

MARTA DIANA SANTOS FERNANDES

**ESTUDO DA MEMÓRIA DE RECONHECIMENTO COM
RECURSO À RESPOSTA PUPILAR**

Orientador: Jorge Oliveira

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Psicologia e Ciências da Vida

Lisboa

2018



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

DESPACHO DE NOMEAÇÃO DE JÚRI
N.º 355/2018

ASSUNTO: Apresentação/Defesa da dissertação de Mestrado em Neuropsicologia Aplicada, da candidata MARTA DIANA SANTOS FERNANDES.

De acordo com o Artigo 22.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, atendendo à nova redação apresentada pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, e com o Regulamento Pedagógico da ULHT, após apreciação da proposta de nomeação do Júri apresentada pelo Conselho Científico da Unidade Orgânica, cumpro-me informar que o Júri homologado para a defesa pública da dissertação de Mestrado em Neuropsicologia Aplicada, da candidata **Marta Diana Santos Fernandes**, é composto pelos seguintes docentes:

- **Presidente:** Prof. Doutor Pedro Gamito
- **Arguente:** Prof. Doutor Pedro Rosa
- **Orientador:** Prof. Doutor Jorge Oliveira

Lisboa, 8 de novembro de 2018.

O Reitor


(Prof. Doutor Mário Moutinho)



MARTA DIANA SANTOS FERNANDES

**ESTUDO DA MEMÓRIA DE RECONHECIMENTO COM
RECURSO À RESPOSTA PUPILAR**

Dissertação defendida em provas públicas para a obtenção do Grau de Mestre em Neuropsicologia, no Curso de Mestrado em Neuropsicologia Aplicada, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, no dia 11 de dezembro de 2018, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação de Júri nº 355/2018, de 8 de novembro de 2018, com a seguinte composição:

Presidente:

Professor Doutor Pedro Gamito

Arguente:

Professor Doutor Pedro Rosa

Orientador:

Professor Doutor Jorge Oliveira

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Psicologia e Ciências da Vida

Lisboa

2018

A Inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança.

Stephen Hawking

Todos querem o perfume das flores, mas poucos sujam as suas mãos para cultivá-las.

Augusto Cury

Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais.

Augusto Cury

Agradecimentos

Ao longo do meu percurso académico, foram várias as pessoas que me ajudaram e incentivaram a concluir este percurso tão importante da minha vida pessoal e profissional. Como tal, não posso deixar de lhes agradecer.

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor Jorge Oliveira, pela sua disponibilidade, paciência, orientação, rapidez e conhecimentos transmitidos ao longo destes dois anos e por guiar-me nesta importante jornada que foi a dissertação.

Ao Professor Doutor Paulo Lopes, pela sua disponibilidade, apoio e conhecimentos transmitidos, pois “só pode correr bem ou muito bem”, um lema que vou levar para a vida.

À Professora Doutora Beatriz Rosa, pelo seu apoio, disponibilidade, paciência e conhecimentos transmitidos ao longo destes dois anos e por guiar-me neste percurso.

À minha mãe, não existem palavras para lhe agradecer, sem si eu não existia, nem teria chegado até aqui. É sem dúvida o meu porto de abrigo. A distância foi por vezes difícil, mas sempre acreditou e me deu confiança para concluir este curso tão desejado. Muito obrigada mãe por me permitir sonhar, voar e crescer!

À minha tia, que me acompanhou em todos os passos da minha vida e este não seria exceção. Pelo apoio incondicional, por acreditar sempre em mim e ensinar-me a dar sempre o meu melhor e nunca desistir. Por isso o meu muito obrigada!

Ao meu irmão, Gonçalo, uma pessoa muito especial na minha vida, pela confiança e suporte que me proporcionaste para estar aqui hoje a terminar esta etapa. O meu muito obrigado!

Ao meu namorado, João, que me acompanhou em todos os momentos, e me encorajou a terminar este curso com sucesso. Pela tua paciência, em aturar-me nos momentos mais stressantes, e por acreditares em mim, quando nem eu própria conseguia. Porque sem ti tudo seria mais difícil. Muito obrigada!

Às minhas colegas, Sílvia e Rita, pela amizade, companhia e apoio nestes dois anos de percurso académico.

A todos os docentes do Mestrado de Neuropsicologia Aplicada da ULHT pela transmissão de conhecimentos ao longo destes dois anos. Muito obrigada!

Aos que participaram nesta investigação tornando-a possível.

E por fim, agradeço ao Universo!

Resumo

Desde a década de 60, a resposta pupilar tem vindo a destacar-se como uma medida indireta dos processos cognitivos e emocionais. O presente estudo teve como objetivo avaliar se a resposta pupilar é um indicador de memória de reconhecimento. Uma tarefa de memória de reconhecimento, constituída por 6 ordens distintas, cada uma formada por 171 palavras da língua portuguesa, compostas por 7 letras cada, divididas em palavras de estudo, interferência e teste, foi aplicada a uma amostra de 34 estudantes universitários. O número de erros, o grau de confiança e o tempo de reação, foram as medidas comportamentais exploradas, bem como a medida da resposta pupilar. A primeira hipótese foi comprovada, verificando-se uma diminuição do tamanho da pupila com o aumento do intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, validando a associação entre a força do sinal de memória de informação verbal e o tamanho da pupila, não se verificando um efeito principal do grau de confiança, tal como evidenciado pelos resultados consistentes dos *old/new effect* da pupila.

Palavras-Chave: Resposta Pupilar; Memória de Reconhecimento; Força do sinal de memória; *old/new effect* da pupila.

Abstract

Since the 1960s, the pupillary response has come to stand out as an indirect measure of cognitive and emotional processes. The present study aimed to evaluate whether the pupillary response is an indicator of recognition memory. A memory task of recognition, consisting of 6 distinct orders, each formed by 171 words of the Portuguese language, composed by 7 letters each, divided in words of study, interference and test, was applied to a sample of 34 university students. The number of errors, the degree of confidence and the reaction time were the behavioral measures explored, as well as the measurement of the pupillary response. The first hypothesis was confirmed by a decrease in pupil size with an increase in the retention interval in word recognition, validating the association between the strength of the verbal information memory signal and the pupil size, there was no main effect of the degree of confidence, as evidenced by the consistent results of pupil's old/new effect.

Keywords: Pupillary Response; Memory of Recognition; Memory signal strength; old/new pupil effect.

Abreviaturas, Siglas e Símbolos

Ms - Milisegundos

Mm - Milímetros

EPCV/ULHT - Escola de Psicologia e Ciências da Vida da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Hz- Hertz

EEG- Eletroencefalograma

TFT - *Thin-film transistor*

Índice

Introdução.....	8
1. Referencial Teórico	9
1.1. Anatomofisiologia do olho	9
1.2. Processamento cognitivo e a resposta pupilar	10
1.3. A memória de reconhecimento e a sua influência na resposta pupilar	14
2. Objetivos	17
3. Hipóteses	18
4. Método.....	19
4.1. Caraterização da amostra	19
4.2. Medidas.....	20
4.2.1. Ficha de dados sociodemográficos e clínicos.....	20
4.2.2. Materiais	20
4.2.3. Instrumentos e <i>Software</i>	21
4.3. Procedimento	22
4.4. Tratamento de dados	24
5. Resultados	26
6. Discussão dos Resultados.....	28
6.1. Limitações.....	30
6.2. Estudos Futuros.....	30
Conclusão	31
Referências	32
Apêndices	i
Anexos.....	xxiii

Índice de Figuras

Figura 1: Sequência da visão (retirado de Carter, Aldridge, Page & Parker, 2009, p.78)	xxv
Figura 2: Ativação simpática (<i>dilator pupillae</i>) e parassimpática (<i>sphincter pupillae</i>) dos músculos da Íris (retirado de Eckstein, <i>et al.</i> , 2017, p.70)	xxvii
Figura 3: Representação Esquemática do Construto de Carga Cognitiva (retirado de Pass & Van Merriënboer, 1994, p.353).....	xxix
Figura 4: Instrumentos utilizados e a sua interligação	xxiv
Figura 5: Representação esquemática do procedimento experimental.	xxivv

Introdução

Nos últimos 50 anos, a popularidade da pupilometria como uma medida indireta de processos cognitivos e emocionais, despertou o interesse dos domínios da psicologia e das ciências cognitivas em particular, na medida em que, ao longo destas décadas foram apresentadas evidências da ligação entre a resposta pupilar e a atividade cognitiva, em variados âmbitos como a percepção, a atenção, a linguagem e a memória a curto-prazo (Ahern & Beatty, 1979; Hess & Polt, 1960, 1964; Kahneman & Beatty, 1966; Kahneman, Onuska & Wolman, 1968).

A dilatação pupilar e a sua função como indicador do processamento mnemónico pode ser encontrada em diversas investigações, tais como, a de Heaver e Huton (2011), inspirados pela descoberta de Gardner, Mo e Borrego (1974) onde através de uma tarefa de memória de reconhecimento verificaram a ocorrência de um aumento da dilatação pupilar, quando o sujeito reconhecia estímulos previamente apresentados, comparativamente à introdução de estímulos novos, este efeito foi denominado posteriormente de *old/new effect* da pupila. Desta forma, exploraram a associação entre o tamanho da pupila e as respostas comportamentais de recordação juntamente com as classificações da confiança, baseando-se na teoria da memória de reconhecimento, que sugere que o acesso a itens armazenados é baseado em processos de recordação e familiaridade (Heaver e Huton, 2011; Yonelinas & Jacoby, 1994; Yonelinas 2002).

Tendo como base o estudo anterior, o objetivo principal desta investigação passou por avaliar a capacidade da resposta pupilar como um indicador de memória de reconhecimento, ou seja, se a resposta pupilar poderá funcionar como um indicador fisiológico dos processos envolvidos no reconhecimento. Como indicadores deste efeito foram estudadas a performance da recordação, pois seria expectável uma diminuição do tamanho da pupila com o aumento do intervalo de retenção da informação em memória, e tendo em consideração a relação entre o tamanho da pupila e as classificações da confiança, se a variação do tamanho da pupila é explicada exclusivamente pelo acesso à memória através da força do sinal da memória, algo evidenciado pelos resultados consistentes nos *old/new effects* da pupila. Para o efeito, foi aplicada uma tarefa de memória de reconhecimento a uma amostra de conveniência de 34 estudantes universitários.

Na elaboração desta dissertação as normas utilizadas foram as definidas pela American Psychological Association (APA) e adaptadas pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

1. Referencial Teórico

1.1. Anatomofisiologia do olho

O olho é definido como o órgão da visão, anatomicamente encontra-se contido na cavidade da órbita, permitindo a sua proteção contra lesões e posicionando-se de forma a abranger o maior campo visual possível. Apresenta a capacidade de captar e detetar a energia fotoelétrica, sob a forma de ondas eletromagnéticas, e tem como principal particularidade o facto de ser o único recetor que se encontra inserido como parte integrante do sistema nervoso central, mais precisamente no sistema nervoso periférico, visto que o nervo ótico ou II par dos nervos cranianos, conduz os estímulos visuais para o córtex visual, formando de modo aferente os reflexos pupilares relativamente à luz e à acomodação (Almeida, 2010; Carter, Aldridge, Page & Parker, 2009; Ferreira & Caldeira, 2007; Gray, 2012; Jacobson, Marcus & Pugsley, 2018).

Durante o processo visual (ver **Figura 1**), a luz atinge primeiramente a córnea, que reveste a íris e controla a intensidade da luz que entra no globo ocular. Posteriormente, a luz dirige-se para o humor aquoso, um líquido situado entre a córnea e a íris (define-se como uma cortina fina de forma circular e contráctil, perfurada um pouco no lado nasal do seu centro por uma abertura circular, a pupila, com a função de transmissão de luz), passando depois pelo cristalino (lente biconvexa) e humor ou corpo vítreo. Por fim, a luz segue para a retina, localização das células fotoreceptoras, onde as imagens são projetadas e transformadas em impulsos nervosos, chegando ao cérebro por ação dos axónios do nervo ótico (Almeida, 2010; Ferreira & Caldeira, 2007; Gray, 2012; Jacobson, Marcus & Pugsley, 2018).

De certo modo, podemos comparar o olho a uma câmara fotográfica, pois este possui como principal tarefa a focalização da luz proveniente dos estímulos do campo visual nas células foto-recetoras localizadas na retina. Tarefa essa realizada com a colaboração de dois mecanismos, a regulação do fluxo luminoso através da modificação do diâmetro da pupila, definida como a abertura do centro da íris, sendo esta última composta, pelos músculos esfíncter (*sphincter pupillae*) e dilator (*dilator pupillae*), fibras musculares involuntárias que fazem parte do Sistema Nervoso Autónomo e que contraem e dilatam a pupila, originárias do *locus coeruleus* uma fonte de noradrenalina no cérebro (Almeida, 2010; Jacobson, Marcus & Pugsley, 2018; Mackay, 2016; Szulewski, Kelton & Howes, 2017).

Os reflexos pupilares ocorrem quando a luz incide no olho, contraindo a pupila, e por sua vez, refletindo a luz. Os tipos de reflexos produzidos pela pupila designam-se por: reflexo da luz (parassimpático), em que na presença de luz forte/brilhante ocorre a diminuição da abertura da pupila pelo esfíncter; e o reflexo do escuro (simpático), em que na presença de luz fraca ocorre o aumento da abertura da pupila pelo músculo dilator (ver **Figura 2**). Após a constrição, a pupila dilata novamente regressando ao tamanho original, no entanto, este último processo ocorre três vezes mais lentamente do que a constrição. Assim, uma maior intensidade de luz reduz o período de latência da constrição da pupila, e a velocidade máxima de constrição aumenta com o incremento da intensidade do estímulo (Almeida, 2010; Eckstein, Guerra-Carrillo, Singley & Bunge, 2017; Ellis, 1981; Gray, 2012; Jacobson, Marcus & Pugsley, 2018; Mackay, 2016; Pamplona, Oliveira, & Baranoski, 2009).

Importa referir que a alteração mais evidente no tamanho da pupila é causada pelo reflexo da luz, com uma variação entre 2 a 8 mm, e uma latência mínima de 220 ms, na sua maioria devido à constrição muscular. Contudo, o tamanho da pupila sob influência dos processos cognitivos, expõe uma reação mais reduzida de aproximadamente 0,5 mm (Ellis, 1981; Johansson & Balkenius, 2017; Pamplona, *et al.*, 2009; Heller, Perry, Jewett & Levine, 1990; Watson & Yellott, 2012; Woodhouse & Campbell; Beatty & Lucero-Wagoner, 2000).

1.2. Processamento cognitivo e a resposta pupilar

O fascínio pelo estudo do olho, mais propriamente pela pupila, remete para a antiguidade. Proveniente do latim “*pupilla*”, que significa “pequena boneca” (devido às pequenas imagens refletidas observadas ao olhar para o olho de outro sujeito), a variação da pupila e a sua importância foi notória, através de estudos conduzidos por físicos como Arquimedes e Galileu com o intuito de determinar o tamanho da pupila através de cilindros ou peças retangulares de papel (Hakerem, 1967; Schweitzer, 1956; Sirois & Brisson, 2014).

Apesar das inúmeras investigações existentes acerca da resposta pupilar, o interesse demonstrado pela psicologia é mais recente, na medida em que, os efeitos psicológicos inicialmente observados ao nível da resposta pupilar em tarefas de evocação, não foram alvo de estudo, devido à falta de compreensão do fenómeno. Além disso, as investigações conduzidas inicialmente centraram-se na sua generalidade, em estudos de caso de pacientes clínicos (Beatty & Lucero-Wagoner, 2000; Goldwater, 1972; Löwenstein, 1920, citado por Sirois & Brisson, 2014).

Somente em 1896, investigadores como Heinrich, realizaram estudos com o intuito de medir a dilatação pupilar ocorrente devido ao processamento cognitivo, neste caso em particular, durante tarefas de multiplicação mental. Contudo segundo Beatty e Lucero-Wagoner (2000) este conhecimento permaneceu privado à literatura alemã, visto que o fenómeno se manteve alheio ao âmbito da psicofisiologia americana, até à década de 60. Assim, no ano de 1911, Oswald Bunke, neurologista e psiquiatra alemão pôde declarar com segurança “*every active intellectual process, every psychological effort, every exertion of attention, every active mental image, regardless of content, particularly every affect just as truly produces pupil enlargement as does every sensory stimulus*” (citado por Hess 1975, pp.23-24).

Apenas em 1943, Berrien e Huntington, investigadores americanos, concretizaram um estudo significativo neste campo de ação, que objetivou a descoberta de um padrão consistente da resposta pupilar associado ao efeito emocional referente à mentira, utilizando um dispositivo para a fixação da cabeça do participante e um telescópio de foco curto, movido para a esquerda e para a direita por um observador com uma lâmpada de infravermelho, à medida que a pupila do sujeito dilatava e restringia, por sua vez, a sua ação era transmitida e amplificada mecanicamente por uma caneta de marcação. Os autores concluíram a existência de um padrão específico de dilatação lenta, provavelmente indicativa da constrição rápida reveladora da emoção associada à mentira (Berrien & Huntington, 1943).

Outras investigações realizadas neste domínio e de enorme relevância, foram conduzidas por Hess e Polt, na medida em que, demonstraram a importância da pupila como um indicador de interesse da carga cognitiva, apresentando evidências de associações entre as repostas pupilares e os processos cognitivos, tal como o processamento cognitivo durante a execução de uma tarefa de aritmética mental, concluindo que a dilatação pupilar pode refletir a complexidade da tarefa, afirmando ainda que a maior constrição da pupila apenas ocorria após o sujeito efetuar a resposta ao problema, mesmo que esta fosse solicitada posteriormente à resolução do mesmo. Esta descoberta consolidou assim a ligação entre as alterações do tamanho da pupila e a atividade cognitiva na década de 60 (Beatty & Lucero-Wagoner, 2000; Einhäuser, 2017; Hess & Polt, 1960, 1964; Kahneman & Beatty, 1966; Sirois & Brisson, 2014).

Por sua vez, Kahneman e Beatty (1966), motivados por esta evidência, testaram numa amostra de cinco sujeitos, a resposta pupilar através de três tarefas de recordação com determinados níveis de complexidade: (1) apresentação auditiva de uma sequência de dígitos e recordação

imediate; (2) apresentação auditiva de uma sequência de palavras e recordação imediata e (3) apresentação auditiva de uma sequência de dígitos para transformação (adicionar o número 1 a cada dígito repetido). As duas últimas tarefas devido à dificuldade acrescida, tiveram como propósito a investigação do efeito da complexidade da tarefa na resposta pupilar. Constataram que nas diferentes tarefas da experiência, verificou-se dilatação pupilar durante a apresentação dos estímulos alvo de recordação, sendo essa dilatação maior entre as tarefas de apresentação e de repetição, além disso no término da tarefa os valores regressavam à *baseline*, e por último com aumento da complexidade da tarefa ocorria um aumento significativo na dilatação pupilar. Concluindo assim, que a dilatação pupilar pode espelhar o esforço cognitivo exercido pelo sujeito para dar resposta à tarefa, inspirando outras investigações a compreender o papel da resposta pupilar como uma medida da carga cognitiva na memória (Kahneman & Beatty, 1966; van der Wel & van Steenbergen, 2018).

Nos últimos 50 anos, os estudos acerca da dilatação e da constrição da pupila, estabeleceram que, para além da ação da luz, existem determinados processos cognitivos que influenciam o seu tamanho, tal como a excitação, o ritmo circadiano, a percepção de estímulos emocionais, a deteção de estímulos novos, a memória, a tomada de decisão, o processamento da atenção sustentada, e o processamento cognitivo durante a execução de uma tarefa de aritmética mental. A popularidade da medida do tamanho da pupila aumentou rapidamente desde então, maioritariamente devido à automaticidade das respostas pupilares (controladas pelo Sistema Nervoso Autónomo), e paralelamente foi dada importância à pupilometria como forma de categorização da carga cognitiva (Ahern & Beatty, 1979; Bradshaw, 1968; Goldwater, 1972; Hess & Polt, 1960; Johansson & Balkenius, 2017; Kahneman, 1973; Kahneman & Beatty, 1967; Kahneman, Onuska & Wolman, 1968; Laeng, Sirois, & Gredebäck, 2012; Pamplona, *et al.*, 2009; Sirois & Brisson, 2014; Steinhauer, Siegle, Condray & Pless, 2004; Tryon, 1975; van der Wel & van Steenbergen, 2018).

Neste sentido, torna-se fundamental clarificar o conceito de carga cognitiva, que se define pelo resultado da carga exercida no sistema cognitivo do sujeito, durante a concretização de uma tarefa específica. Delimita-se pela capacidade de retenção e processamento de informação da memória de trabalho, ao nível auditivo/verbal e visual/espacial, que por sua vez, se encontra intimamente relacionada com a capacidade da memória a longo prazo. Uma das dimensões associada à carga cognitiva é o esforço cognitivo (ver **Figura 3**), que espelha a aptidão do sujeito

para a concretização do processamento controlado da informação, ou seja, o seu investimento na utilização dos recursos mentais disponíveis para a realização da tarefa, tendo em conta fatores como a natureza da tarefa, do ambiente, do próprio sujeito e a inter-relação das mesmas (Alves, *et al.*, 2017; Kirschner & Kirschner, 2012; Paas, Tuovinen, Tabbers, & Van Gerven, 2003; Pass & Van Merriënboer, 1994; Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977; Westbrook, Kester & Braver, 2013).

Deste modo, fisiologicamente admite-se que a alteração do tamanho da pupila imposta pela carga cognitiva exercida, resulta das vias provenientes do *locus coeruleus*, uma fonte de noradrenalina no cérebro, estando a sua atividade interligada com a atividade simpática e as alterações no tamanho pupilar. Portanto, a resposta pupilar torna-se um processo espontâneo cujo controlo voluntário é complexo (apenas possível através da manipulação do pensamento). Contudo, seria especialmente difícil a realização dessa idealização mental em simultâneo com uma tarefa que envolva esforço cognitivo, tornando-a assim uma técnica robusta, que apresenta resultados consistentes e analisáveis, comparativamente a outras técnicas como a medida da frequência cardíaca (Aston-Jones & Cohen, 2005; Eckstein, *et al.*, 2017; Laeng, Sirois & Gredebäck, 2012; Montefinese, Vinson & Ambrosini, 2018; Szulewski, Kelton & Howes, 2017).

Num estudo recente realizado por Gavas e colaboradores, foi utilizada a análise da frequência do domínio das variações da pupila, com o intuito de compreender a carga cognitiva imposta sobre esta e posteriormente perceber a sua relação com o Quociente da Inteligência (QI) dos participantes. Nesta sequência, propuseram uma medida da carga cognitiva, tendo como base as frequências médias obtidas da variação do tamanho da pupila, dividindo-as em duas classes, cargas altas ou baixas, de acordo com a dilatação pupilar obtida e induzindo-as através de uma projeção de estímulos no indivíduo, uma tarefa de adição mental construída no *software Matlab*. Verificou-se uma boa separação ao nível das cargas propostas comparativamente a outras medidas mais recentes como o fator forma (FF) e a percentagem de variação da dilatação da pupila (PCPD). No que diz respeito à ligação entre a medida da carga cognitiva e o QI dos participantes, os investigadores verificaram uma relação inversa, na medida em que, indivíduos com QI mais elevados apresentaram uma carga cognitiva menor ao longo das tarefas de carga alta em combinação com as tarefas de carga baixa, indo de encontro ao sugerido por Grantham-McGregor (1995), quanto mais elevado o QI, mais eficazmente é realizada a gestão dos recursos mentais, logo a carga cognitiva total é menor (Gavas, Chatterjee & Sinha, 2017).

É importante delimitar que no desenvolvimento de uma tarefa que envolva a pupilometria torna-se necessário considerar determinadas implicações metodológicas, primeiramente a reação reduzida do tamanho da pupila sob influência dos processos cognitivos. Em segundo, o efeito da fadiga, que se pode traduzir na diminuição do tamanho da pupila, bem como, a densidade da luz, que podem produzir naturalmente oscilações, determinando o tamanho da pupila do sujeito e interferindo na medição da carga cognitiva. Além disso, embora a resposta pupilar na sua generalidade seja involuntária, o sujeito pode induzir a dilatação pupilar através da manipulação do pensamento, realizando, por exemplo, aritmética mental. No entanto, os indivíduos não conseguem inibir a resposta pupilar associada ao estímulo (Beatty & Lucero-Wagoner, 2000; Gilzenrat, Nieuwenhuis, Jepma & Cohen, 2010; Kramer, 1991; Laeng, Sirois, & Gredebäck, 2012; Szulewski, Kelton & Howes, 2017; Lowenstein, Feinberg & Loewenfeld, 1963; Pomplun & Sunkara, 2003; Sirois & Brisson, 2014; van der Wel & van Steenbergen, 2018).

Assim, partindo de estudos mencionados anteriormente como o de Kahneman e Beatty (1966), que determinaram o papel fundamental da memória da utilização da resposta pupilar como indicador da carga cognitiva na memória, abriu o caminho para a realização de inúmeras investigações neste âmbito (Heaver & Hutton, 2011; Montefinese, Vinson & Ambrosini, 2018; Sirois & Brisson, 2014).

1.3. A memória de reconhecimento e a sua influência na resposta pupilar

Devido ao desenvolvimento de investigações no domínio dos processos cognitivos e sua influência na resposta pupilar, o interesse pela dilatação pupilar e a sua função como um indicador do processamento mnemónico foi crescendo, motivando a realização de estudos neste âmbito (Sirois & Brisson, 2014). Um exemplo deste tipo de investigação foi a de Gardner, Mo e Borrego (1974), que consistiu numa tarefa de memória de reconhecimento, em que após a apresentação de uma lista com 10 itens, com um intervalo de 3 segundos entre cada item, foi requisitado ao sujeito que identificasse os estímulos que foram apresentados anteriormente, através de uma “lista de inspeção” constituída por 20 itens, onde apenas 10 dos mesmos seriam iguais e os restantes semelhantes, o procedimento foi repetido até que todos os sujeitos atingissem o critério estabelecido de dois testes sem erros. Os resultados comprovaram uma resposta pupilar distinta relativamente aos itens apresentados inicialmente (dilatação pupilar) e aos novos itens existentes

na lista de inspeção (construção pupilar), sendo este efeito definido em investigações posteriores como o *old/new effect* da pupila (Gardner, Mo & Borrego, 1974; Otero, Weeks & Hutton, 2011).

Outra investigação significativa neste contexto foi a de Võ e colaboradores (2008), onde foram replicados os *old/new effects* da pupila previamente observados nos potenciais evocados (ERP) através de uma tarefa de memória de reconhecimento, num procedimento de estudo-teste. Verificaram que os mesmos são revelados por um aumento no tamanho da pupila, de modo a reconhecer estímulos (*old*), em relação a rejeições corretas de novos estímulos (*new*) (Võ *et al.*, 2008).

De um modo geral, o *old/new effect* da pupila tem sido consistentemente replicado em estudos de memória de reconhecimento, sendo ainda considerado um resultado da força do sinal de memória associado à recuperação de memórias declarativas. Além disso este efeito é dissociado por variáveis que de um modo seletivo articulam os processos de recordação e familiaridade, fatores inerentes à teoria da memória de reconhecimento, que sugere que o acesso a itens armazenados é baseado nestes processos, utilizando geralmente precisão e classificações de confiança nas decisões de reconhecimento como métodos comportamentais de análise (Goldinger *et al.*, 2012; Papesh, Goldinger & Hout, 2012; Võ *et al.*, 2008).

A teoria da memória de reconhecimento pode ser explicada à luz de duas perspetivas distintas, mas preponderantes, a teoria do processo dual, que circunscreve a recordação, processo pelo qual ocorre a recuperação de pormenores específicos relacionados com a apresentação prévia de um estímulo, e a familiaridade, processo que consiste na sensação de que aquele estímulo já foi previamente encontrado embora não seja possível recuperar detalhes contextuais, como a base nas decisões de reconhecimento, e a perspetiva de força baseada na teoria da deteção de sinal, que compreende o facto de a recordação de estímulos refletir memórias mais fortes do que estímulos conhecidos, ou seja, aplicando-se a medidas comportamentais como a confiança, precisão e o tempo de reação (Wixted, 2007; Wixted & Mickes, 2010; Yonelinas 2001).

A principal distinção entre estas perspetivas da memória de reconhecimento, prende-se com o facto de a recordação ser vista como um processo discreto para a confiança e precisão num processo dual, enquanto numa perspetiva de força, tanto a recordação como a familiaridade são processos direcionados por um sinal associados à confiança e precisão. No entanto, os dados da investigação baseada na pupilometria aparentam estar mais situados na perspetiva de força do que

na teoria do processo dual (Hayes, *et al.*, 2011; Wixted & Mickes, 2010; Wixted, Mickes & Squire, 2010; Yonelinas & Jacoby, 1994; Yonelinas 2002).

Neste âmbito, Otero, Weeks e Hutton (2011) através da utilização da pupilometria num procedimento de recordação, encontraram um aumento no diâmetro da pupila seguidamente à recordação (codificação profunda) comparada às palavras de reconhecimento (codificação superficial), o que é consistente com a ideia de que o *old/new effect* na dilatação da pupila reflete a força do sinal de memória subjacente. Contudo, a questão emergente é, se a resposta pupilar que se pensa refletir o acesso direto à memória como evidenciado por *old/new effects* da pupila, também depende da experiência subjetiva da confiança na recordação.

Por sua vez, Heaver e Hutton (2011) exploraram a associação entre o tamanho da pupila e as respostas comportamentais de recordação juntamente com as classificações da confiança. Os investigadores instruíram os participantes de modo a realizar o teste de recordação através de três formas distintas num desenho experimental intra-sujeitos: (1) fingindo não reconhecer itens *old/new*; (2) indicar todos os itens como *new*, ou (3) realizar o teste de recordação através de instruções padrão. Os resultados confirmaram os *old/new effects* no que diz respeito ao tamanho da pupila, mesmo quando os participantes eram instruídos a fingir não reconhecer os estímulos, o que permaneceu significativo após o controlo das classificações da confiança. Combinadas, estas conclusões sugerem que o tamanho da pupila reflete a operação dos processos mnemónicos que não se encontram sob controlo voluntário. Neste sentido, convergem com outras investigações que verificaram dissociações entre a força da memória e a convicção nas representações da memória (Clark, 1997).

Busey, Tunnicliff, Loftus, e Loftus (2000) argumentaram que a confiança pode depender de uma fonte de informação distinta e que as informações imprecisas originadas a partir do alvo, podem produzir o sentimento de saber independentemente do conhecimento real acerca do estímulo. Devido a essa dissociação entre a precisão e a confiança, é importante explorar se o tamanho da pupila é sensível às diferenças de confiança que podem ser evidenciadas em condições de sinais de memória fracos. Por exemplo, é de interesse compreender se o tamanho da pupila distingue entre julgamentos altamente confiantes, que dependem de informações imprecisas, e julgamentos menos confiantes, que possam refletir adivinhação.

2. Objetivos

Através da realização desta investigação pretende-se estudar se a resposta pupilar é um indicador de memória de reconhecimento. Tendo em conta que, os estudos sugerem que o reconhecimento depende de dois mecanismos distintos: familiaridade e recordação, que têm sido estudados através de medidas comportamentais como a precisão no reconhecimento e o grau de confiança desse reconhecimento, respetivamente. Este estudo pretende avaliar se a resposta pupilar poderá funcionar como um indicador fisiológico destes mecanismos envolvidos no reconhecimento.

Os objetivos específicos serão: 1) estudar o reconhecimento de palavras numa tarefa de memória de reconhecimento, através de indicadores como a precisão que permitirá aferir mecanismos de familiaridade, grau de confiança no reconhecimento, que permitirá aferir mecanismos de recordação, e no tempo de reação das respostas que descreve uma medida de reação psicomotora; 2) verificar se o tamanho da pupila diminui com o aumento do intervalo de retenção no reconhecimento de palavras e 3) tendo em consideração a relação entre o tamanho da pupila e as classificações da confiança, se a variação do tamanho da pupila é explicada exclusivamente pelo acesso à memória através da força do sinal da memória de informação verbal, o que é evidenciado pelos resultados consistentes nos *old/new effects*, ou se há alterações nesta medida com diferentes níveis de confiança no reconhecimento.

A relevância desta investigação justifica-se, em primeira instância, pela importância e impacto que o conhecimento acerca do estudo de um indicador fisiológico, não invasivo, de memória de reconhecimento, possa ser utilizado para confirmar a veracidade dos autorrelatos sobre informação previamente armazenada em memória, e em segunda instância, pelo facto de se tratar de um estudo inovador no que diz respeito à tarefa experimental, o que poderá servir de alicerce para investigações posteriores, e desta forma, contribuir para o crescimento da literatura existente neste âmbito.

3. Hipóteses

De acordo com a revisão bibliográfica realizada e os objetivos definidos precedentemente, foram determinadas as seguintes hipóteses:

1. Se a resposta pupilar está associada à força do sinal de memória (familiaridade), espera-se que resposta pupilar diminua para um maior intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, sendo invariável para o grau de confiança no reconhecimento de palavras.
2. Se a resposta pupilar está associada à força do sinal de memória (familiaridade) e ao grau de confiança no reconhecimento (recordação), espera-se que a resposta pupilar diminua para um maior intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, sendo esta diminuição mais evidente para um reconhecimento de palavras com menor grau de confiança.
3. Por outro lado, se a resposta pupilar está associada ao esforço cognitivo, em vez da força do sinal de memória (familiaridade), espera-se que a resposta da pupilar aumente para um maior intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, sendo invariável para o grau de confiança no reconhecimento de palavras.

É de notar que o primeiro objetivo específico, relaciona-se com a validação da tarefa experimental e é de carácter exploratório, pelo que não tem hipóteses associadas. As hipóteses apresentadas referem-se aos objetivos específicos 2) e 3).

4. Método

4.1. Caracterização da amostra

O presente estudo contou com uma amostra por conveniência, constituída por 34 estudantes universitários de nacionalidade portuguesa, com idades compreendidas entre os 19 e os 37 anos ($M= 23,68$; $DP= 4,75$), sendo 44,1% do sexo masculino ($n=15$) e 55,9% do sexo feminino ($n=19$), com uma média de anos de escolaridade de 15 anos. Os critérios de inclusão foram os seguintes: apresentar uma idade compreendida entre os 18 e os 65 anos, ter português como língua materna e possuir visão e audição normal ou corrigida. Os critérios de exclusão foram não apresentar os dados completos no registo da resposta pupilar. A recolha da amostra foi realizada no Laboratório de Psicologia Experimental da EPCV/ULHT.

No que diz respeito à existência de problemas visuais, 50% ($n=17$) referiu não apresentar qualquer problema, contudo 17,6% dos participantes afirmaram ter miopia ($n=6$), 5,9% afirmaram ter astigmatismo ($n=2$), 23,5% afirmaram ter miopia e astigmatismo ($n=8$), e apenas 2,9% afirmou ter hipermetropia, astigmatismo e estrabismo corrigido por cirurgia ($n=1$). Relativamente à presença de problemas auditivos apenas 2,9% declarou possuir uma deficiência auditiva no ouvido esquerdo ($n=1$). No entanto, todos os participantes detinham visão e audição normal ou corrigida.

No que concerne às seguintes questões, “Ouve bem em ambiente silencioso?”, 100% da amostra afirmou sim; “Ouve bem em ambiente ruidoso?”, apenas 8,8% dos participantes afirmaram não ($n=3$); “é desatento?” 23,5% afirmaram que sim ($n=8$); “é agitado”, 26,5% participantes afirmaram que sim ($n=9$); “Compreende bem a conversação?”, apenas 2,9% declarou apresentar dificuldades na compreensão ($n=1$). Nas questões “Dificuldades severas de leitura e escrita, dislexia?” e “Dificuldades severas com a Matemática?”, apenas 2,9% afirmou apresentar dificuldades neste âmbito ($n=1$). No entanto, nas questões “Dificuldades percetivo-motoras?”, “Dificuldades de aprendizagem da linguagem?”, “Gaguez?” e “Hiperatividade?”, nenhum participante declarou possuir dificuldades a este nível. Já, no que respeita à questão “Problemas de comportamento?”, 5,9% dos sujeitos afirmaram sim ($n=2$).

Em relação à questão “É repetente de algum ano escolar?”, 47,1% dos participantes responderam sim ($n=16$), apresentando um maior número de retenções no 12º ano (três participantes), enquanto os restantes se posicionaram no 3º, 6º, 8º e 10º anos de escolaridade (um participante por cada ano escolar). Além disso, 8,8% dos participantes referiram não possuir “boa

memória” (n=3) e 17,6% afirmaram tomar medicação (n=6), nomeadamente: Cloridrato de Propranolol (dois participantes); Ritalina (um participante); Antidepressivo, Hipnótico e Ansiolítico (um participante) e Antidepressivo, Ansiolítico e Anti-inflamatório (um participante). No entanto, apenas 2,9% declarou receber acompanhamento psicológico (n=1).

No que toca a doenças psiquiátricas, 2,9% afirmou possuir défice de atenção outro declarou possuir depressão e ansiedade (n=1). Já, relativamente às doenças neurológicas apenas 2,9% afirmou apresentar enxaquecas crónicas (n=1). Por fim, 5,9% dos participantes revelaram apresentar alergias e hipertiroidismo, respetivamente (n=2).

4.2. Medidas

4.2.1. Ficha de dados sociodemográficos e clínicos

Com o objetivo da recolha de dados acerca de cada participante, foi utilizado uma ficha de dados sociodemográficos e clínicos (ver **apêndice 1**) breve que contemplou três segmentos: as variáveis sociodemográficas (sexo, idade, anos de escolaridade, nacionalidade, língua de origem e outras línguas faladas), a história clínica (problemas visuais e auditivos; desatenção; agitação; dificuldades severas na leitura e escrita, dislexia; dificuldades severas com a matemática; dificuldades perceptivo-motoras; dificuldades na aprendizagem da linguagem; gaguez; hiperatividade; problemas de comportamento; retenções; medicação utilizada; acompanhamento psicológico; descrição de situações médicas, doenças neurológicas, crónicas e psiquiátricas).

4.2.2. Materiais

De forma a estimar a idade de aquisição das palavras, e a sua relação com variáveis psicolinguísticas como a familiaridade, imaginabilidade, frequência da palavra escrita, concretude, extensão da palavra (número de sílabas e de letras), Marques e colaboradores realizaram um estudo com uma lista de 834 palavras portuguesas, inseridas na classe gramatical dos nomes, concluindo a existência de uma correlação e regressão múltipla, nas variáveis familiaridade e imaginabilidade, no que diz respeito, à sua contribuição para a idade de aquisição (Marques, Fonseca, Morais & Pinto, 2007).

Nesta sequência, Cameirão e Vicente (2010), realizaram um estudo semelhante, com o intuito de avaliar a relação entre a idade de aquisição e determinadas variáveis psicolinguísticas como a familiaridade, imaginabilidade, frequência da palavra escrita, concretude, medida de

comprimento e densidade entre palavras vizinhas, utilizando uma lista de 1749 palavras da língua portuguesa, das classes gramaticais dos nomes, verbos, adjetivos e advérbios. Segundo os autores a idade de aquisição é uma variável preponderante, na medida em que, influencia a velocidade e precisão do processo lexical em tarefas como a nomeação de palavras ou imagens e a decisão lexical. Os resultados deste estudo demonstram uma correlação significativa entre a idade de aquisição e as variáveis psicolinguísticas familiaridade, frequência da palavra escrita, medida de comprimento e densidade entre palavras vizinhas, bem como a confiabilidade relativamente às classificações da idade de aquisição, através da correlação significativa, no que diz respeito, às normas utilizadas no estudo e as empregues em línguas como Inglês, Espanhol, Italiano e Português. Os autores evidenciam ainda a possibilidade de utilização da sua base de dados para investigações na área da Neuropsicologia (Cameirão & Vicente, 2010). Neste sentido, as palavras utilizadas nesta investigação foram selecionadas das listas de ambos os estudos mencionados. No total foram selecionadas 107 palavras, com 7 letras de comprimento, das quais 64 foram usadas como palavras de estudo e 43 como novas palavras ou de interferência. A lista de palavras foi combinada em função das variáveis psicolinguísticas de familiaridade e idade de aquisição.

4.2.3. Instrumentos e Software

A execução e respetiva aplicação da experiência foram possíveis através da utilização de três *softwares* e um *hardware* (ver **Figura 4**). Primeiramente, foi utilizado na sua construção o *software SuperLab Pro* (v.1.0.2; Cedrus Corporation), que se define como uma ferramenta de construção de tarefas experimentais, com a funcionalidade de apresentação de imagens, textos e vídeos, e recolha das respostas dos participantes de forma precisa (Cedrus Corporation, 2011), sendo utilizado igualmente na recolha das medidas comportamentais. No entanto, o *SuperLab Pro* entre as suas limitações, não permite a aleatorização dos estímulos neste tipo de tarefa, pois ao fazê-lo modifica as palavras que estão programadas, conduzindo à perda do controlo da experiência por parte do experimentador. Neste sentido, optou-se por uma tarefa pseudorandomizada através da programação de ordens fixas. Tendo em conta que a programação de ordens fixas produziria, um efeito da ordem e não do tempo de retenção, foi necessário a elaboração de várias ordens com a mesma sequência, com uma tarefa pseudorandomizada.

Outros instrumentos cruciais nesta investigação foram o *hardware Eye tracker Tobii-T60*, utilizado com o objetivo de medir a dilatação pupilar, e o *software Tobii Studio*, v.3.0 (Tobii

Technology AB, Sweden), uma plataforma proveniente dos *Eye trackers Tobii*, responsável pelo registo das respostas pupilares, onde decorreu a experiência em modo vídeo através do *software SuperLab Pro*, num equipamento constituído por um monitor TFT 17’’ conectado a um computador com um processador Intel Quad-core Desktop. A informação recolhida dos dados do olhar dos participantes foi realizada a uma taxa de amostragem de 60 Hz, ou seja, o registo foi feito a cada 16,67 ms.

Por fim, a utilização simultânea do *software BrainVision Recorder*, um programa de gravação utilizado para controlar amplificadores e gravar sinais de EEG com o auxílio de um computador pessoal (Brain Products GmbH, 2005, 2013), foi o sistema utilizado para a sincronização dos estímulos com a resposta pupilar.

4.3. Procedimento

No âmbito da realização desta investigação foi redigido primeiramente um pedido de autorização à Comissão de Ética e Deontologia da Escola de Psicologia e Ciências da Vida da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ver **apêndice 2**), para a validação e operacionalização do projeto de investigação. Concedida a autorização, deu-se início à recolha de amostra no Laboratório de Psicologia Experimental da EPCV/ULHT.

Antes de principiar a aplicação da experiência, foram fornecidos aos indivíduos, o consentimento informado (ver **apêndice 3**) com o intuito de elucidar os participantes a respeito das motivações, objetivos e procedimentos subjacentes à presente investigação e, concomitantemente, garantir a autonomia, liberdade, integridade mental e física, além da confidencialidade dos dados recolhidos, bem como, a ficha de dados sociodemográficos e clínicos, de forma a caracterizar a amostra (ver **apêndice 1**).

Posteriormente, após estarem reunidas as condições para o início da tarefa, o sujeito foi direcionado a sentar-se em frente ao monitor do computador (com aproximadamente 60 cm de distância). Ocorrendo em primeiro lugar uma fase de treino, constituída por 23 palavras, para uma melhor compreensão do objetivo da tarefa, onde foram, de igual modo, referidas as instruções para a correta utilização do instrumento, enunciadas de forma sucinta, concisa e clara, havendo, naturalmente, disponibilidade e solicitude para o esclarecimento de dúvidas suscitadas pelo participante.

Em seguida antes de principiar a experiência, ocorreu a calibração do *Eye tracker*. Terminado este processo, iam surgindo no ecrã, à medida que o sujeito recorria ao teclado, as seguintes instruções: “Nesta tarefa existem duas situações diferentes: a) palavra surge após um ponto central (+) -> deverá prestar atenção; b) aparece &&&& e depois a palavra- deverá responder quando aparecer novamente &&&&. Responde se já as viu (Z-SIM) ou (M-NÃO) durante o tempo em que aparece &&&&. Seguidamente será pedido para indicar o grau de confiança nesta resposta. Indique de 1 (pouca confiança) a 5 (muita confiança).”

Iniciada a tarefa, os estímulos foram exibidos segundo *trials* (apresentação do símbolo “+”, da palavra e o respetivo teste) e realizada nesta sequência (**ver Figura 5**): apresentação do símbolo “+” durante 1000 ms; seguida pela apresentação de cada palavra durante 2000 ms; apresentação dos símbolos “&&&&”, durante 250 ms, de forma a assegurar o foco atencional (Heaver & Hunton, 2011), e novamente durante o tempo de resposta, onde o participante utilizando o teclado, selecionava a tecla Z, se recordava visualizar a palavra, ou M, em caso contrário; por fim, foi solicitado ao participante que indicasse o grau de confiança na resposta dada, numa escala *Likert*, de 1 a 5, em que 1 correspondia a “pouca confiança” e 5 a “muita confiança”. Entre cada *trial* ocorreu um *Interstimulus Interval* ou ISI de 250 ms, que se define pelo período de mudança entre uma apresentação visual e o início da próxima (Xie & Richards, 2016). A experiência teve uma duração média de 15 a 20 minutos, e após concluída foi agradecida a colaboração de cada participante.

Esta tarefa foi baseada num paradigma de memória de reconhecimento que envolve duas fases, uma fase inicial de estudo que consiste na primeira apresentação da palavra (palavras de estudo), e uma fase final de teste que consiste na segunda apresentação das palavras apresentadas na fase de estudo (palavras de teste), juntamente com palavras novas.

Neste sentido, durante o presente estudo foram utilizadas 107 palavras da língua portuguesa, constituídas por 7 letras cada, dividindo-se em palavras de estudo (64) e de interferência ou de distração (43). Através das palavras selecionadas foram construídas 6 ordens ou sequência de palavras distintas, com o intuito de introduzir o efeito de aleatorização. No entanto cada ordem foi constituída por 171 palavras, sendo a soma entre as palavras de interferência, de estudo e as de teste (iguais às de estudo, apresentadas de acordo com o intervalo de retenção), e elaborada seguindo o critério dos diferentes intervalos de retenção: 1- logo após a palavra de estudo; 4- quatro palavras após a palavra de estudo; 8- oito palavras após a palavra de estudo; 32-

trinta e duas palavras após a palavra de estudo, sendo estas selecionadas de modo aleatório das listas dos estudos de Cameirão e Vicente (2010) e Marques, Fonseca, Morais e Pinto (2007) para cada condição, e as restantes colocadas numa sequência que permitiu o seu estudo e teste. O paradigma de memória de reconhecimento utilizado neste estudo é similar ao estudo de Oliveira, Perea, Ladera e Gamito (2013).

No decorrer da experiência, o participante foi exposto aleatoriamente a uma das ordens elaboradas, e as palavras foram apresentadas no centro do ecrã, permanecendo no mesmo durante 2000 ms e exibidas com letras maiúsculas de tamanho 48, utilizando a fonte Arial, num fundo cinza, no ecrã de 17’’ do *Eye tracker* com uma resolução de 1024x768 (vermelho=128; azul= 128; verde=128; tonalidade=160; saturação=0 e brilho=120).

A experiência construída no *SuperLab Pro* encontrava-se interligada ao modo vídeo do *Tobii Studio*, que por sua vez, a transmitiu através do ecrã do *Eye tracker Tobii-T60*. Paralelamente o *software BrainVision Recorder*, realizou a marcação dos estímulos apresentados (*triggers*).

4.4. Tratamento de dados

Primeiramente, foi importante distinguir as três variáveis presentes neste estudo, as variáveis comportamentais, nomeadamente, o número de erros, o grau de confiança e o tempo de reação no reconhecimento (*SuperLab Pro*), importantes na validação da tarefa, relativamente à manipulação do esforço cognitivo, e a variável da dilatação pupilar. Note-se que, apenas foram calculados os tempos de reação no reconhecimento das palavras para as respostas corretas.

Precedentemente à análise, os *outliers* para a resposta pupilar foram identificados e definidos por valores ± 2 DP de cada valor médio de participante por variável, e por sua vez, substituídos por valores omissos (4%) utilizando os valores médios em série para cada variável.

Para a realização da preparação e pré-processamento de dados, os registos da resposta pupilar de cada participante foram exportados do *software Tobii Studio* para o *Statistical Package for Social Sciences v. 22 (IBM-SPSS Inc, EUA)*. No entanto, apenas foram selecionados os registos do olho direito (visto que a resposta pupilar é similar nos dois olhos, apenas foi selecionado um para análise, adotando o mesmo procedimento de Heaver e Huton, (2011)). Em seguida, com o intuito de avaliar o ruído nos registos da resposta pupilar foi analisada pela primeira vez a proporção dos valores omissos. Por sua vez, a partir dos registos foram identificados os artefactos

(1-9 mm) como valores omissos, maioritariamente resultantes do piscar de olhos dos participantes, e substituídos utilizando o método de interpolação linear.

Os dados foram ainda alvo de um filtro passa-baixo (LPF), consistindo numa média ponderada de 7 pontos, e exportados para o *software Vision Analyzer v.2.1 (Brain Products GmbH, Alemanha)* para a segmentação e estimativa das repostas pupilares obtidas. Para cada categoria de estímulo foram criados *trials* ou épocas com segmentos bloqueados por estímulo de 2000 ms de comprimento (de -250ms a 1750 ms no começo de estímulo). Este processo originou 64 segmentos, dos quais, 16 correspondiam às palavras de estudo testadas segundo cada nível de retenção (1,4,8 e 32), e 44 correspondiam às palavras “novas” ou de interferência, exibidas apenas durante a fase de teste. Importa ainda mencionar que os *trials* do registo pupilar em que ocorreram respostas incorretas de reconhecimento ou *outliers* no tempo de reação foram excluídos.

Relativamente à variável da dilatação pupilar, foi calculada a média para cada condição experimental dos *trials* existentes no registo pupilar. Por sua vez, tal como no estudo de Heaver e Hutton (2011) foi calculada a proporção de dilatação da pupila (PDR) através da divisão entre a amplitude máxima do tamanho da pupila no reconhecimento (1750 ms) pela amplitude máxima do tamanho da pupila na *baseline* (-250 ms), pelo que, valores superiores a 1 indicaram um aumento da dilatação da pupila a partir da *baseline*.

5. Resultados

As análises estatísticas foram realizadas através da Análise de Variância (ANOVA) de medidas repetidas, com intuito de comparar amostras relacionadas e estudar o efeito do fator intra-sujeitos intervalo de retenção (4 níveis: 1 palavra, 4 palavras, 8 palavras e 32 palavras) e do fator intra-sujeitos grau de confiança nas respostas de reconhecimento (2 níveis: baixo e alto). Importa notar que a escala do grau de confiança consistiu numa escala *likert* de 5 posições, mas para efeitos de análise, a mesma foi recodificada em 2 níveis (baixo ≤ 4 na escala *likert* e alto = 5 na escala *likert*).

Perante a análise dos resultados das medidas comportamentais, primeiramente do número de erros, pode-se verificar um efeito principal do fator intervalo de retenção, sugerindo a existência de diferenças estatisticamente significativas nos mesmos ao longo do intervalo de retenção $F(3,96) = 16,667$; $p < 0,001$, observando-se um aumento da dificuldade à medida que o intervalo de retenção aumenta, determinando-se uma média de 5 erros em tentativas no intervalo de retenção das 32 palavras. No entanto, na comparação das condições 4 vs. 8 palavras não existiram diferenças estatisticamente significativas, ($p > 0,05$), enquanto todos os outros intervalos diferiram (ver **Gráfico 1**).

No que diz respeito ao grau de confiança, verificou-se um efeito principal do intervalo de retenção, novamente indicando a existência de diferenças estatisticamente significativas ao longo do intervalo de retenção, $F(3;30) = 22,047$; $p < 0,001$, observando-se um decréscimo do grau de confiança à medida que aumenta o intervalo de retenção. Contudo, a comparação 4 vs. 8 palavras voltou a não mostrar diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), enquanto os outros intervalos diferiram (ver **Gráfico 2**).

A variável comportamental do tempo de reação, embora significativa, $F(3;30) = 3,655$; $p = 0,023$, não foi tão sensível ao esforço cognitivo da prova, como o número de erros e o grau de confiança, verificando-se um aumento estatisticamente significativo apenas nas condições 1 vs. 4 palavras (ver **Gráfico 3**).

Relativamente à medida da resposta pupilar, foi realizada a análise estatística através da Análise de Variância (ANOVA) de medidas repetidas mista. Após a análise da resposta pupilar não se verificou um efeito principal do grau de confiança, no entanto observou-se um efeito principal estatisticamente significativo do intervalo de retenção $F(3; 23) = 7,099$, $p=0,002$, ou seja,

relativamente ao tempo de retenção (ver **Gráfico 4**) pôde-se constatar a existência de um decréscimo na resposta pupilar ao longo dos diferentes níveis de retenção, com exceção da comparação entre as 4 vs. 8 palavras.

Por último, é importante referir que oito participantes foram excluídos devido a um problema no registo dos dados do *Eye tracker*. Assim apenas 26 dos 34 participantes iniciais foram considerados válidos para a análise da medida da resposta pupilar.

6. Discussão dos Resultados

A presente investigação teve como principal objetivo avaliar se a resposta pupilar é um indicador de memória de reconhecimento, considerando os seus mecanismos inerentes, a familiaridade e a recordação, e as medidas comportamentais necessárias ao estudo destes mecanismos, a precisão, o grau de confiança no reconhecimento e o tempo de reação. Para isso, numa primeira fase procurou-se estudar a capacidade da tarefa experimental em manipular as exigências de memória. O objetivo foi construir uma tarefa que permitisse manipular as exigências no reconhecimento de palavras.

A validade da tarefa foi determinada pela variável do intervalo de retenção, variável esta que permitiu estudar como a capacidade de precisão no reconhecimento variava com o aumento ou diminuição deste intervalo. Pelos indicadores comportamentais estudados (i.e. precisão, grau de confiança e tempo de reação no reconhecimento), a tarefa utilizada com diferentes intervalos de retenção foi eficaz na manipulação das exigências de memória, na medida em que, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nestes indicadores entre os diferentes níveis de retenção, com resultados mais consistentes para a precisão e grau de confiança.

De seguida, procedeu-se à verificação das hipóteses de estudo. Relativamente à primeira hipótese, era esperado que o tamanho da pupila diminuísse para um maior intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, não esperando efeitos do grau de confiança, caso a resposta pupilar se encontrasse unicamente associada à força do sinal de memória de informação verbal. Por sua vez, a segunda hipótese postulava que se a resposta pupilar estivesse associada à força do sinal de memória e ao grau de confiança no reconhecimento, esta diminuiria para um maior intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, sendo esta diminuição mais evidente para um reconhecimento de palavras com menor grau de confiança. Em contraste, a terceira hipótese previa um aumento do tamanho da pupila com o aumento do intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, caso o tamanho da pupila estivesse associado ao esforço cognitivo, em vez da força do sinal de memória. Deste modo, foi observado um aumento da dificuldade da tarefa com o aumento do intervalo de retenção, o que faz com que no intervalo de retenção de 32 palavras (maior nível de dificuldade), este produza uma menor dilatação pupilar relativamente aos outros intervalos (1, 4 e 8 palavras). Estes dados não confirmam a perspectiva de que a resposta pupilar depende da variável esforço cognitivo, e não são concordantes com os resultados de Hess e Polt (1964), que

determinaram que o aumento da complexidade da tarefa produzia um aumento significativo na dilatação pupilar, refutando assim que a dilatação pupilar pode refletir a complexidade da tarefa, nem com os resultados de Kahneman e Beatty (1966), que verificaram um aumento da dilatação pupilar com o aumento da dificuldade da tarefa, determinando o esforço cognitivo como o impulsionador da resposta pupilar, não confirmando assim a terceira hipótese do presente estudo.

O objetivo principal deste estudo foi determinar se a resposta pupilar pode ser um indicador fisiológico de reconhecimento, sabendo que o reconhecimento depende da força de sinal (familiaridade) e da recordação (manipulada pela confiança na resposta). De acordo com os resultados, verificou-se que é um indicador de familiaridade (força do sinal) mas não de recordação, ou seja, irá refletir a força do sinal da memória independentemente de o sujeito ter a certeza ou não de ter visto a imagem/estímulo.

Analisando os resultados obtidos verificou-se uma diminuição do tamanho da pupila com o aumento do intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, comprovando a primeira hipótese, validando a associação entre a força do sinal de memória de informação verbal e o tamanho da pupila, não se verificando um efeito principal do grau de confiança. Estes resultados são consistentes com os resultados obtidos em estudos com o *old/new effect* da pupila e confirmam a primeira hipótese. Corroborando os resultados apresentados por Otero, Weekes & Hutton (2011), sugerindo que a relação entre o *old/new effect* da pupila e a experiência do reconhecimento, é suportada pela hipótese da força do sinal da memória e não pelos processos de recordação da memória de reconhecimento.

De acordo com Busey e colaboradores (2000), seria de interesse compreender se o tamanho da pupila distingue entre julgamentos altamente confiantes. No entanto, esta situação não foi verificada neste estudo, uma vez que a confiança não produziu efeito na resposta pupilar, apenas a familiaridade.

Por sua vez, Heaver e Hutton (2011), determinaram que o grau de confiança é visto como uma avaliação subjetiva realizada pelo participante refletindo a força do sinal da memória, sendo o aumento do tamanho da pupila implicado na condução do sinal. Contudo esta interligação não reflete um bom desempenho, visto que o sujeito pode avaliar a sua confiança no nível máximo e, no entanto, o item não se encontrar inserido nas palavras de estudo.

Para além deste fator, os autores demonstraram a eficácia do *old/new effect* da pupila ao verificar que o tamanho da pupila reflete a operação dos processos mnemónicos que não se

encontram sob controlo voluntário, indo de encontro a efeitos previamente observados nos potenciais evocados (ERP), outra abordagem psicofisiológica associada a tarefas de memória de reconhecimento, sugerindo assim o seu potencial como um indicador para o fingimento (fingir deliberadamente não reconhecer itens). Esta evidência traduz-se em implicações no domínio da avaliação neuropsicológica, particularmente na administração de testes de memória de reconhecimento, bem como no âmbito forense, na medida em que, é fundamental definir corretamente as variações na resposta pupilar, de forma a diferenciar problemas de memória legítimos de identificações incorretas devido ao fingimento (Heaver & Huton, 2011; Scott, 2012; Tardif, Barry, Fox & Johnstone, 2000; van Hooff, Sargeant, Foster & Schmand, 2009).

6.1. Limitações

Uma das principais limitações deste estudo deveu-se à escala de confiança utilizada, ainda que os resultados obtidos apontem para um decréscimo do grau de confiança à medida que aumenta o intervalo de retenção, a utilização de uma escala dicotómica teria sido mais proveitosa, na medida em que, o participante raramente determinava a sua confiança entre 1 e 4, respondendo maioritariamente a posição 5 ou “muita confiança”, sendo posteriormente necessário, para efeitos de análise, ocorrer uma recodificação em 2 níveis (baixa confiança ≤ 4 e muita confiança = 5). Outra limitação que poderá ser apontada foi a perda de dados de comparação entre os sujeitos na variável resposta pupilar, devido à falha na gravação dos registos da dilatação pupilar de 8 participantes.

6.2. Estudos Futuros

De modo sugestivo, para estudos futuros seria proveitosa a utilização de uma escala de fadiga, devido à longa duração da tarefa, pois segundo Sirois & Brisson (2014), o efeito da fadiga pode traduzir-se na diminuição do tamanho da pupila produzindo naturalmente oscilações interferindo na sua medição.

Além disso, poderia ser de interesse replicar este estudo, tendo como base a investigação de Gavas, Chatterjee e Sinha (2017) utilizando o QI como uma variável a controlar, uma vez que, quanto mais elevado o QI é mais eficazmente realizada a gestão dos recursos mentais (Grantham-McGregor, 1995), determinando a sua interação com as variáveis presentes neste estudo.

Conclusão

Podemos concluir que o objetivo principal desta investigação foi alcançado, ou seja, verificou-se que a resposta pupilar é um indicador de memória de reconhecimento. Neste sentido, os resultados foram de encontro ao evidenciado pela literatura, determinando-se uma diminuição do tamanho da pupila com o aumento do intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, validando a associação entre a força do sinal de memória de informação verbal e o tamanho da pupila, não se verificando um aumento do tamanho da pupila com o aumento do intervalo de retenção no reconhecimento de palavras, associado ao esforço cognitivo. Na perspetiva de que a resposta pupilar se traduz na força de sinal de memória, o contributo desta investigação acaba por ser especialmente importante, no contexto forense, na medida em que, este estudo poderá ser de interesse no reconhecimento de agressores por parte das vítimas, uma vez que, a resposta pupilar é um indicador fisiológico, não invasivo, de memória de reconhecimento, que pode ser utilizado para confirmar a veracidade dos autorrelatos sobre informação previamente armazenada em memória, e no âmbito da avaliação neuropsicológica, na administração de testes de memória de reconhecimento de forma a diferenciar problemas de memória legítimos de identificações incorretas devido ao fingimento

Referências

- Ahern, S., & Beatty, J. (1979). Pupillary responses during information processing vary with scholastic aptitude test scores. *Science*, 205, 1289–1292. doi:10.1126/science.472746
- Almeida, B.L., (2010). *Introdução à Neurociência: Arquitetura, função, interações e doença do Sistema Nervoso* (pp. 179- 183). Lisboa: Climepsi Editores.
- Alves, M.V.C., Modesto, J.G., Lima-Rossetti, D., Linini, J., Bueno, O.F.A. (2017). As dimensões da Carga Cognitiva e o Esforço mental. *Revista Brasileira de Psicologia*, 4 (1), 2-16.
- Aston-Jones, G., & Cohen, J.D. (2005). Adaptive gain and the role of the locus coeruleus–norepinephrine system in optimal performance. *Journal of Comparative Neurology*, 493, 99–110. doi:10.1002/cne.20723
- Beatty, J., & Lucero-Wagoner, B. (2000). The pupillary system. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinari, & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 142-162). New York, US: Cambridge University Press.
- Berrien, F.K., & Huntington, G.H. (1943). An exploratory study of pupillary responses during deception. *Journal of Experimental Psychology*, 32, 443–449. doi: 10.1037/h0063488.
- Busey, T.A., Tunnicliff, J., Loftus, G.R., & Loftus, E.F. (2000). Accounts of the confidence-accuracy relation in recognition memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 26-48. doi:10.3758/BF03210724
- Bradshaw J.L. (1968). Load and pupillary changes in continuous processing tasks. *British Journal of Psychology*, 59 (3), 265–271.
- Brain Products GmbH (2005). *BrainVision Recorder User Manual: Version 1.03* (pp. 6). Germany.

- Brain Products GmbH (2013). *BrainVision Recorder User Manual: as of Software Version 1.20.0601* (pp.23). Germany.
- Cameirão, M.L. & Vicente, S.G. (2010). Age-of-acquisition norms for a set of 1,749 Portuguese words. *Behavior Research Methods*, 42(2), 474-480. doi:10.3758/BRM.42.2.474
- Carter, R., Aldridge, S., Page, M., Parker, S., (2009). *O Livro do Cérebro* (pp.78 -79). Porto: Civilização Editores.
- Cedrus Corporation (2011). *SuperLab 4.5 Manual* (pp.1-3). United States.
- Clark, S.E. (1997). A familiarity-based account of confidence– accuracy inversions in recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 23, 232-238. doi:10.1037/0278-7393.23.1.232
- Eckstein, M.K., Guerra-Carrillo, B., Singley, A.L.M., Bunge, S.A. (2017). Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development? *Developmental Cognitive Neuroscience*, 25, 69-91.
- Einhäuser, W. (2017). The pupil as marker of cognitive processes. In Zhao, Q., (ed.) *Computational and Cognitive Neuroscience of Vision* (pp. 141-169). Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-10-0213-7_7
- Ellis, C. J. K. (1981). The pupillary light reflex in normal subjects. *British Journal of Ophthalmology*, 65, 754–759.
- Ferreira, A., & Caldeira, P. Z. (2007). *Psicologia Cognitiva: Um laboratório simples*. Lisboa: Climepsi Editores.
- Gardner, R.M., Mo, S.S., & Borrego, R. (1974). Inhibition of pupillary orienting reflex by novelty in conjunction with recognition memory. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 3(3B), 237-238. doi: <http://dx.doi.org/10.3758/BF03333458>

- Gavas, R., Chatterjee, D., & Sinha, A. (2017). Estimation of cognitive load based on the pupil size dilation. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2017 IEEE International Conference on* (pp. 1499-1504). IEEE.
- Gilzenrat, M.S., Nieuwenhuis S., Jepma M., Cohen J.D. (2010). Pupil diameter tracks changes in control state predicted by the adaptive gain theory of locus coeruleus function. *Cognitive Affective Behavioral Neuroscience*, 10, 252–269. doi: 10.3758/CABN.10.2.252.
- Goldinger, S.D., & Papesh, M.H. (2012). Pupil Dilation Reflects the Creation and Retrieval of Memories. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 90–95. doi:10.1177/0963721412436811
- Goldwater, B. C. (1972). Psychological significance of pupillary movements. *Psychological Bulletin*, 77(5), 340–355.
- Gray, H., (2012). *Gray's Anatomy* (15^a ed.) (pp.805-814) London: Bounty Books.
- Grantham-McGregor, S. (1995). A review of studies of the effect of severe malnutrition on mental development. *The Journal of Nutrition*, 125(suppl_8), 2233S-2238S. doi:[10.1093/jn/125.suppl_8.2233S](https://doi.org/10.1093/jn/125.suppl_8.2233S)
- Hakerem G. (1967). Pupillography. In: Venables P.H., Martin I., eds. *A Manual of Psychophysiological Methods* (pp. 335-249). Amsterdam: North-Holland Publishing Co.
- Hayes, S.M., Buchler, N., Stokes, J., Krage, J., & Cabeza R. (2011). Neural Correlates of Confidence during Item Recognition and Source Memory Retrieval: Evidence for Both Dual-process and Strength Memory Theories. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(12), 3959–3971. doi:10.1162/jocn_a_00086
- Heaver, B., & Hutton, S.B. (2011). Keeping an eye on the truth? Pupil size changes associated with recognition memory. *Memory*, 19(4), 398-405. doi: 10.1080/09658211.2011.575788

- Heller, P. H., Perry, F., Jewett, D. L., & Levine, J. D. (1990). Autonomic components of the human pupillary light reflex. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 31(1), 156–162.
- Hess, E.H., & Polt, J.M. (1960). Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*, 132, 349–350. doi:10.1126/science.132.3423.349
- Hess, E.H., & Polt, J.M. (1964). Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. *Science*, 143, 1190–1192. doi:10.1126/science.143.3611.1190
- Hess, E. H. (1975). *The tell-tale eye: How your eyes reveal hidden thoughts and emotions* (pp. 23-24). Van Nostrand Reinhold.
- Jacobson, S. Pugsley, S. Marcus, E.M., (2018). *Neuroanatomy for the Neuroscientist* (3^a ed.) (pp.445-448). USA: Springer International Publishing.
- Johansson, B. & Balkenius, C. (2017). A Computational Model of Pupil Dilation. *Connection Science*, 1-15. doi: 10.1080/09540091.2016.1271401
- Kahneman D. (1973). *Attention and Effort*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154, 1583–1585. doi:10.1126/science.154.3756.1583
- Kahneman D., Beatty J. (1967). Pupillary responses in a pitch-discrimination task. *Perception Psychophysics*, 2 (3), 101–105. doi: <http://dx.doi.org/10.3758/BF03210302>
- Kahneman, D., Onuska, L., & Wolman, R.E. (1968). Effects of grouping on the pupillary response in a short-term memory task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 309-11. doi:10.1080/14640746808400168
- Kirschner, P. A. & Kirschner, F. (2012). Mental effort. In Seel, N. M. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. New York: Springer. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6>

- Kramer, A.F. (1991). Physiological metrics of mental workload: A review of recent progress. In D.L. Damos (Ed.), *Multiple-task performance*. (pp. 279-328). London: Taylor & Francis.
- Laeng, B., Sirois, S., & Gredebäck, G. (2012). Pupillometry A Window to the Preconscious? *Perspectives on Psychological Science*, 7(1), 18–27. doi: 10.1177/17456916111427305
- Lowenstein O., Feinberg R., Loewenfeld I.E. (1963). Pupillary movements during acute and chronic fatigue a new test for the objective evaluation of tiredness. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2, 138–157.
- Mackay, W.A. (2016). *Neurofisiologia sem lágrimas* (6ª ed.) (pp.89-90). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Marques, J.F., Fonseca, F.L., Morais, A.S., & Pinto, I.A. (2007). Estimated age of acquisition norms for 834 Portuguese nouns and their relation with other psycholinguistic variables. *Behavior Research Methods*, 39(3), 439-444. doi: <https://doi.org/10.3758/BF03193013>
- Montefinese, M., Vinson, D., & Ambrosini, E. (2018). Recognition memory and featural similarity between concepts: the pupil's point of view. *Biological psychology*, 135, 159-169. doi: 10.17605/OSF.IO/W9382
- Oliveira, J., Perea, M.V., Ladera, V., Gamito, P. (2013). The roles of word concreteness and cognitive load on interhemispheric processes of recognition. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 18(2), 203-215. doi: 10.1080/1357650X.2011.649758
- Otero, S.C., Weekes, B.S., & Hutton, S.B. (2011). Pupil size changes during recognition memory. *Psychophysiology*, 48(10):1346-53. doi:10.1111/j.1469-8986.2011.01217.x.
- Papesh, M.H., Goldinger S.D., & Hout, M.C. (2012). Memory strength and specificity revealed by pupillometry. *International Journal of Psychophysiology*, 83, 56–64. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.10.002.

- Pamplona, V. F., Oliveira, M. M., & Baranoski, G. V. G. (2009). Photorealistic models for pupil light reflex and iridal pattern deformation. *ACM Transactions on Graphics*, 28(4), 1–12. doi: 10.1145/1559755.1559763
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38, 63–71. doi: [http:// dx.doi.org/10.1207/S15326985EP3801_8](http://dx.doi.org/10.1207/S15326985EP3801_8)
- Paas, F., & Van Merriënboer, J. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review* 6 (4), 351–371. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02213420>
- Pomplun, M., & Sunkara, S. (2003). Pupil dilation as an indicator of cognitive workload in human-computer interaction. In *Proceedings of the International Conference on HCI* (Vol. 2003).
- Schweitzer, N.M.J. (1956). Threshold measurements on the light reflex of the pupil in the dark-adapted eye. *Documenta Ophthalmologica*, 10, 1–78. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00172098>
- Schneider, W. & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and Automatic Human Information Processing: I. Detection, Search, and Attention. *Psychological Review*, 84 (1), 1-66. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.84.1.1>
- Scott, C. (2012). *Forensic Psychiatry, An Issue of Psychiatric Clinics* (Vol. 35, No. 4) (pp.814). Elsevier Health Sciences.
- Shiffrin, R. M. & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84(2), 127-190. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.127>

- Sirois, S., & Brisson, J. (2014) Pupillometry. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 679-692. doi:10.1002/wcs.1323
- Steinhauer, S.R., Siegle, G.J., Condray, R., & Pless, M. (2004). Sympathetic and parasympathetic innervations of pupillary dilation during sustained processing. *International Journal of Psychophysiology*, 52, 77–86. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2003.12.00
- Szulewski, A., Kelton, D., & Howes D., (2017). Pupillometry as a tool to study expertise in medicine. *Frontline Learning Research*, 5(3), 53-63. doi: <http://dx.doi.org/10.14786/flr.v5i3.256>
- Tardif, H. P., Barry, R. J., Fox, A. M., & Johnstone, S. J. (2000). Detection of feigned recognition memory impairment using the old/new effect of the event-related potential. *International Journal of Psychophysiology*, 36(1), 1-9. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8760\(00\)00083-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8760(00)00083-0)
- Tryon, W. W. (1975). Pupillometry: A Survey of Sources of Variation. *Psychophysiology*, 12(1), 90–93. doi: 10.1111/j.1469-8986.1975.tb03068.x
- van der Wel, P., & van Steenbergen, H. (2018). Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1-11. doi: 10.3758/s13423-018-1432-y
- van Hooff, J. C., Sargeant, E., Foster, J. K., & Schmand, B. A. (2009). Identifying deliberate attempts to fake memory impairment through the combined use of reaction time and event-related potential measures. *International Journal of Psychophysiology*, 73(3), 246-256. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.04.002>

- Võ, M.L.H., Jacobs, A.M., Kuchinke, L., Hofmann, M., Conrad, M., Schacht, A., & Hutzler, F. (2008). The coupling of emotion and cognition in the eye: Introducing the pupil old/new effect. *Psychophysiology*, 45, 130-140. doi:10.1111/j.1469-8986.2007.00606.x
- Watson, A. B., & Yellott, J. I. (2012). A unified formula for light-adapted pupil size. *Journal of Vision*, 12(10), 12-12. doi: 10.1167/12.10.12
- Westbrook, A., Kester, D. & Braver, T. S. (2013). What is the subjective cost of cognitive effort? Load, trait, and aging effects revealed by economic preference. *PLOS One*, 8 (7): e68210. doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0068210>
- Wixted, J.T. (2007). Dual-Process Theory and Signal-Detection Theory of Recognition Memory. *Psychological review*, 114(1), 152-176. doi: 10.1037/0033-295X.114.1.152
- Wixted, J.T. & Mickes, L. (2010). A Continuous Dual-Process Model of Remember/Know Judgments. *Psychological Review*, 117, 1025-1054. doi: 10.1037/a0020874
- Wixted, J.T., Mickes, L., & Squire, L.R. (2010). Measuring Recollection and Familiarity in the Medial Temporal Lobe. *Hippocampus*, 20(11), 1195–1205. doi:10.1002/hipo.20854.
- Woodhouse, J. M., & Campbell, F. W. (1975). The role of the pupil light reflex in aiding adaptation to the dark. *Vision Research*, 15(6), 649–653. doi: 10.1016/0042-6989(75)90279-5
- Xie, W. & Richards, J.E. (2016). Effects of interstimulus intervals on behavioral, heart rate, and event-related potential indices of infant engagement and sustained attention. *Psychophysiology*, 00. doi: 10.1111/psyp.12670
- Yonelinas, A.P. (2001). Components of episodic memory: the contribution of recollection and familiarity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 356(1413), 1363-1374. doi: 10.1098/rstb.2001.0939

Yonelinas, A.P. (2002). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441–517. doi:10.1006/jmla.2002.2864

Yonelinas, A.P., & Jacoby, L.L. (1994). Dissociations of processes in recognition memory: Effects of interference and of response speed. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 48(4), 516–534. doi:10.1037/1196-1961.48.4.516

Apêndices

APÊNDICE 1- Ficha de dados sociodemográficos e clínicos

APÊNDICE 2- Pedido de autorização à comissão de ética

APÊNDICE 3- Consentimento Informado

APÊNDICE 4- Figura 4

APÊNDICE 5- Figura 5

APÊNDICE 6- Gráfico 1

APÊNDICE 7- Gráfico 2

APÊNDICE 8- Gráfico 3

APÊNDICE 9- Gráfico 4

Apêndice 1- Ficha de dados sociodemográficos e clínicos

História Clínica

CÓDIGO: _____

Sexo: _____ Idade: _____

Anos de escolaridade: _____ Nacionalidade: _____

Língua de origem: _____ Outras línguas: _____

Problemas visuais: _____ Se sim, especificar: _____

Problemas auditivos: _____ Se sim, especificar: _____

Questões	Sim	Não	Observações
Ouve bem em ambiente silencioso?			
Ouve bem em ambiente ruidoso?			
É desatento?			
É agitado?			
Compreende bem a conversação?			
Dificuldades severas de leitura e escrita, dislexia?			
Dificuldades severas com a Matemática?			
Dificuldades perceptivo-motoras? (ex. Identificar esquerda/direita)			
Dificuldades de aprendizagem da linguagem?			
Gaguez?			
Hiperactividade?			
Problemas de comportamento?			
É repetente de algum ano escolar?			
Tem boa memória?			
Toma alguma medicação?			
Acompanhamento psicológico?			

História Psiquiátrica/Psicológica e Neurológica

Doenças psiquiátricas: _____

Doenças neurológicas (meningites ou outras infecções cerebrais, crises epilépticas, cefaleias, visão turva, perturbações do sono, etc.) _____

Outras situações médicas _____

Doenças crónicas (asma, diabetes, hiper-hipotiroidismo, alergias, consumo de substâncias etc.) _____

Apêndice 2 - Pedido de autorização à Comissão de Ética

Formulário de pedido de parecer à Comissão de Ética e Deontologia da Investigação Científica da Escola de Psicologia e Ciências da Vida da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Nome e estatuto do requerente (estudante, investigador externo, parceiro): Jorge Oliveira (investigador/docente)
Instituição de pertença: ULHT/EPCV/COPELABS
Contacto: jorge.oliveira@ulusofona.pt / 962537900

Nome do Proponente na ULHT (Orientador/supervisor ou investigador responsável do estudo/projeto): Jorge Oliveira (IR)
Contacto: jorge.oliveira@ulusofona.pt / 962537900

Título do Projeto:
Estudo da memória de reconhecimento com recurso a resposta pupilar.

Se o requerente não integrar, na data do pedido, a comunidade da ULHT, **deve ser anexado o parecer da Comissão de Ética da instituição de pertença.**

Tipo de documento / situação a analisar:

Pedido de parecer para elaboração de estudo interno EPCV.

Síntese do pedido:

Na qualidade de IR por este estudo, venho solicitar parecer sobre este estudo interno cuja recolha terá lugar no laboratório de psicologia experimental.

Contextualização do pedido (caracterização geral do estudo ou projeto, finalidades e objetivos: exclusivamente de investigação e/ou outros; fundamentação da sua pertinência científica e social; condições e contextos de administração; investigação de carácter nacional ou internacional; ...):

Esta investigação pretende estudar se a resposta pupilar é um bom indicador de memória de reconhecimento. Os estudos sugerem que o reconhecimento depende de dois mecanismos distintos: familiaridade e recordação, que tem sido estudados através de medidas comportamentais como a

acuidade no reconhecimento e o grau de confiança desse reconhecimento. Este estudo pretende avaliar se a resposta pupilar poderá funcionar como um indicador fisiológico destes mecanismos envolvidos no reconhecimento. Pretendemos desenvolver uma tarefa experimental com apresentação de palavras apresentadas num paradigma de memória de reconhecimento. O desenho da investigação é intra-sujeitos e as variáveis dependentes serão a acuidade e o nível de confiança na respostas que serão registados no computador com o software Superlab e, ainda, a resposta pupilar que será registada no equipamento Eye tracker Tobii T60. A recolha da amostra será realizada no Laboratório de Psicologia Experimental da EPCV/ULHT. A amostra será de conveniência e será constituída por estudantes universitários, de ambos os sexos. Será ainda utilizado um questionário de variáveis sociodemográficas sobre sexo, idade, anos de escolaridade. A pertinência desta investigação relaciona-se com o estudo de um indicador fisiológico, não intrusivo, de memória de reconhecimento, que possa ser utilizado para confirmar a veracidade dos auto-relatos sobre informação previamente armazenada em memória.

Impacto previsto do estudo ou projecto (em termos éticos, sociais e/ou políticos):

Do ponto de vista científico espera-se que este estudo possa clarificar sobre os mecanismos cognitivos envolvidos na memória de reconhecimento e que permita aferir sobre a relação entre resposta pupilar e memória de reconhecimento. Tendo em conta que o tamanho da pupila pode ser uma medida objetiva e simples de avaliar, tal medida pode ter implicações em ambientes clínicos para confirmar veracidade dos auto-relatos.

Informação que justifique um parecer favorável:

Este estudo não envolve quaisquer riscos para os participantes. A manipulação das variáveis independentes consiste apenas na manipulação do tempo entre a apresentação inicial das palavras e o seu reconhecimento. A avaliação da resposta pupilar será realizada com o eye tracker, que é um dispositivo não invasivo e cuja avaliação não requer cuidados especiais.

Outras condições que respeitem princípios éticos fundamentais

(e.g. indicação se a investigação é desenvolvida junto de populações vulneráveis, atenção atribuída à questão do consentimento informado aos participantes; modos de devolução dos resultados aos participantes; processo de transmissão e

debate do relatório de investigação aos protagonistas do estudo; oferta de tratamento aos sujeitos pertencentes a grupos de controlo; ...)

A resposta afirmativa a cada uma das situações seguintes exige um procedimento específico para que fiquem garantidos os princípios éticos e deontológicos na investigação.

Cada vez que a resposta a uma das questões é **Sim** o/a investigador/a deve apresentar em documento anexo as medidas adotadas para proteger o/as participantes.

1. A investigação envolve animais como participantes: **NÃO**
2. Os/as participantes constituem população vulnerável (menores; adultos não competentes para facultar o consentimento; são pacientes; estão em situação de vulnerabilidade económica ou social ou ambas): **NÃO**
3. A investigação lida com "assuntos sensíveis" (atividades ilegais ou imorais, comportamento sexual ou qualquer informação que, se conhecida fora do contexto da investigação, possa lesar a reputação do/da participante, ou os seus direitos legais ou sociais, ou a sua empregabilidade): **NÃO**
4. Os/as participantes são gravados/as em áudio ou vídeo: **NÃO**
5. O/a investigador/a interage com o/a participante e/ou manipula o seu comportamento: **NÃO**
6. Existe registo de dados pessoais que permitam a identificação do/a participante: **NÃO**
7. Existe relato futuro de dados pessoais que permitam a identificação do/a participante: **NÃO**
8. Existe recolha de dados repetida em que os/as participantes são contactados/as e novos dados são recolhidos para serem relacionados com os dados existentes: **NÃO**
9. Os participantes podem escolher o local onde são recolhidos os dados: **NÃO**
10. A recolha de dados ocorre num lugar onde os participantes não são observados: **NÃO**
11. A investigação envolve observação participada: **NÃO**
12. A investigação inclui a revisão de registos não públicos já recolhidos previamente ao âmbito da pesquisa actual: **NÃO**
13. Existem riscos físicos, psicológicos, legais ou sociais de grau superior para os/as participantes: **NÃO**
14. A investigação envolve engano intencional: **NÃO**

Compromisso de honra (veracidade das informações e sua conformidade com princípios éticos e normas deontológicas aplicáveis ao caso):

Declaro, sob compromisso de honra, que todas as informações prestadas são verdadeiras.

Data: 12 / 02 / 2016

Assinatura do Proponente (Orientador/Investigador Responsável na ULHT):



Nota: anexar documentação necessária à apreciação do pedido (consentimento informado; protocolo de investigação; projecto; outro/as).

Apêndice 3- Consentimento Informado

CONSENTIMENTO INFORMADO

Esta investigação faz parte de um projeto interno da Escola de Psicologia e das Ciências da Vida da ULHT e tem como Investigador Responsável Jorge Oliveira e está enquadrado na Dissertação de Mestrado de Marta Fernandes.

O principal objetivo desta investigação é estudar os processos cognitivos envolvidos no reconhecimento de palavras. Para o efeito, será pedido que realize uma tarefa de identificação de palavras num computador. Os critérios de inclusão são: ter idade compreendida entre 18 e 65 anos e ter Português como língua materna.

A sua participação é voluntária nesta investigação e tem a possibilidade de desistir em qualquer momento. A sua participação não envolve quaisquer riscos, quer físicos ou psicológicos.

Todos os dados obtidos no decorrer deste estudo são anónimos e confidenciais e destinam-se exclusivamente a tratamento estatístico. Os dados serão tratados como um todo e não individualmente, e a sua eventual publicação só poderá ter lugar em revistas da especialidade. Ao longo do estudo não são recolhidos dados que permitam a identificação dos participantes.

Este estudo é relevante a nível científico na medida em poderá permitir uma clarificação sobre os mecanismos cognitivos envolvidos na memória. Não há incentivos à participação neste estudo.

Para mais esclarecimentos, pode contactar o responsável pelo estudo (Jorge Oliveira) através do email: jorge.oliveira@ulusofona.pt

Apêndice 4- Figura 4

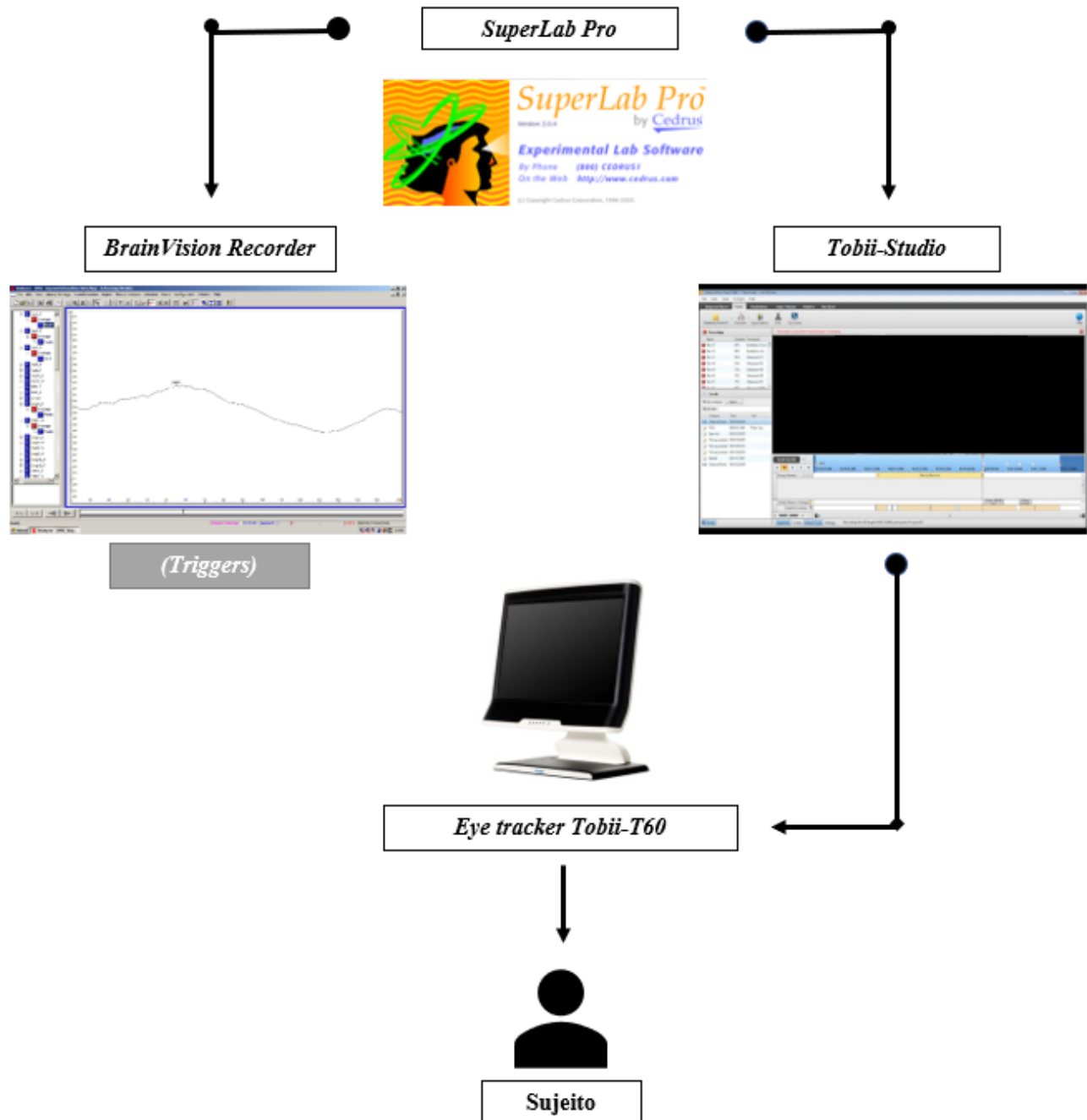


Figura 4: Instrumentos utilizados e a sua interligação.

Apêndice 5 - Figura 5

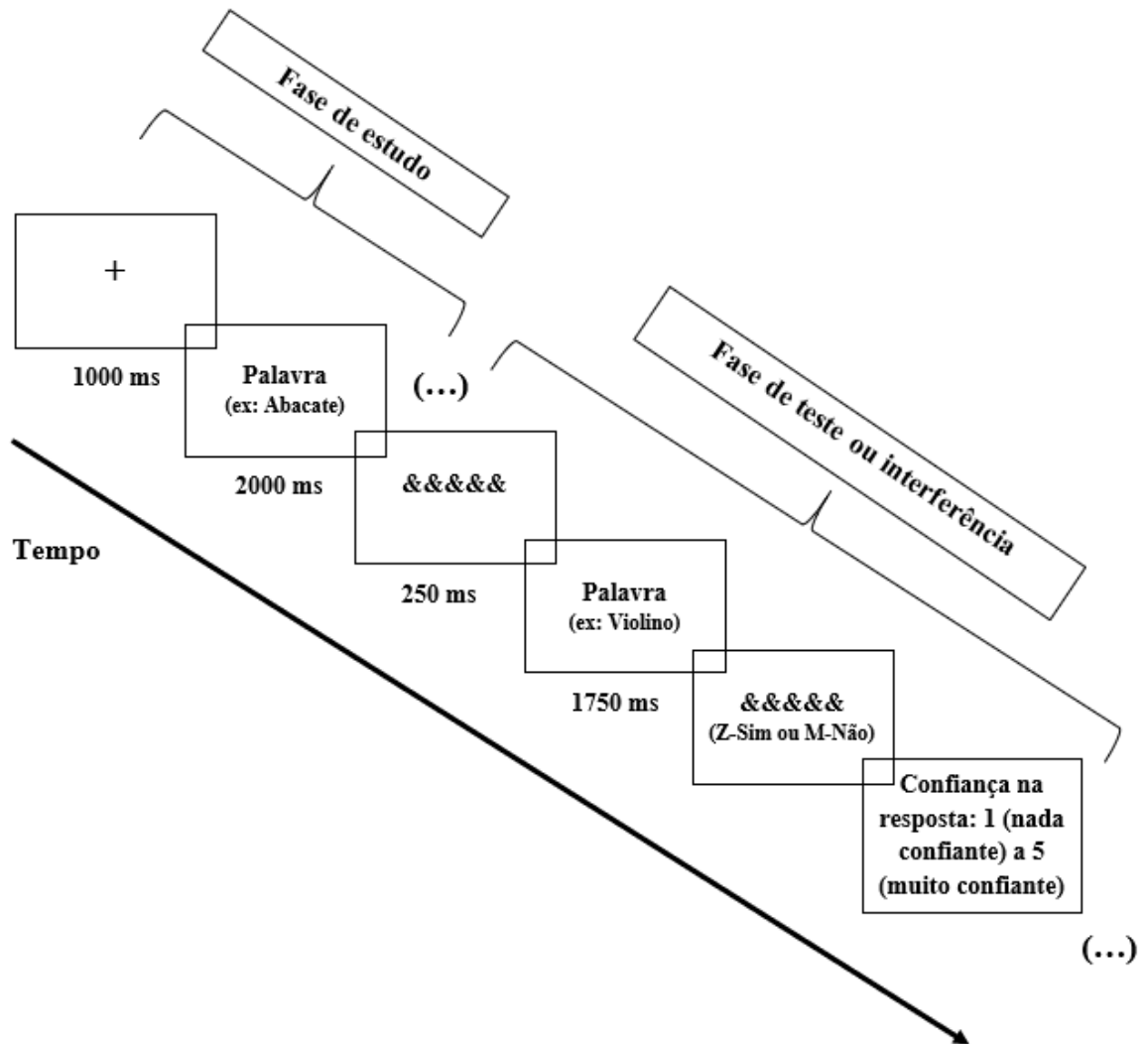


Figura 5: Representação esquemática do procedimento experimental.

Apêndice 6 – Gráfico 1

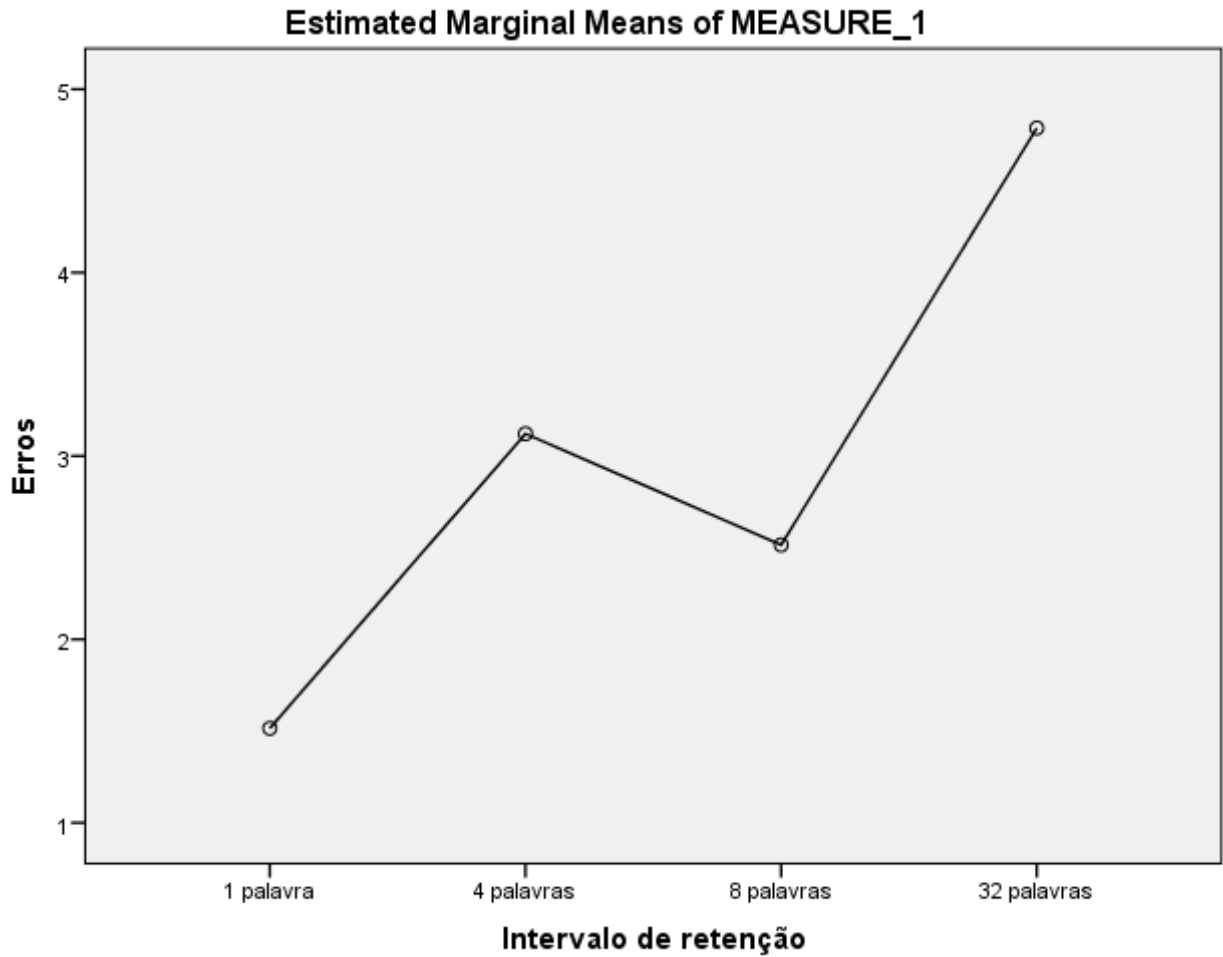


Gráfico 1: O efeito do número de erros ao longo do intervalo de retenção.

Apêndice 7 – Gráfico 2

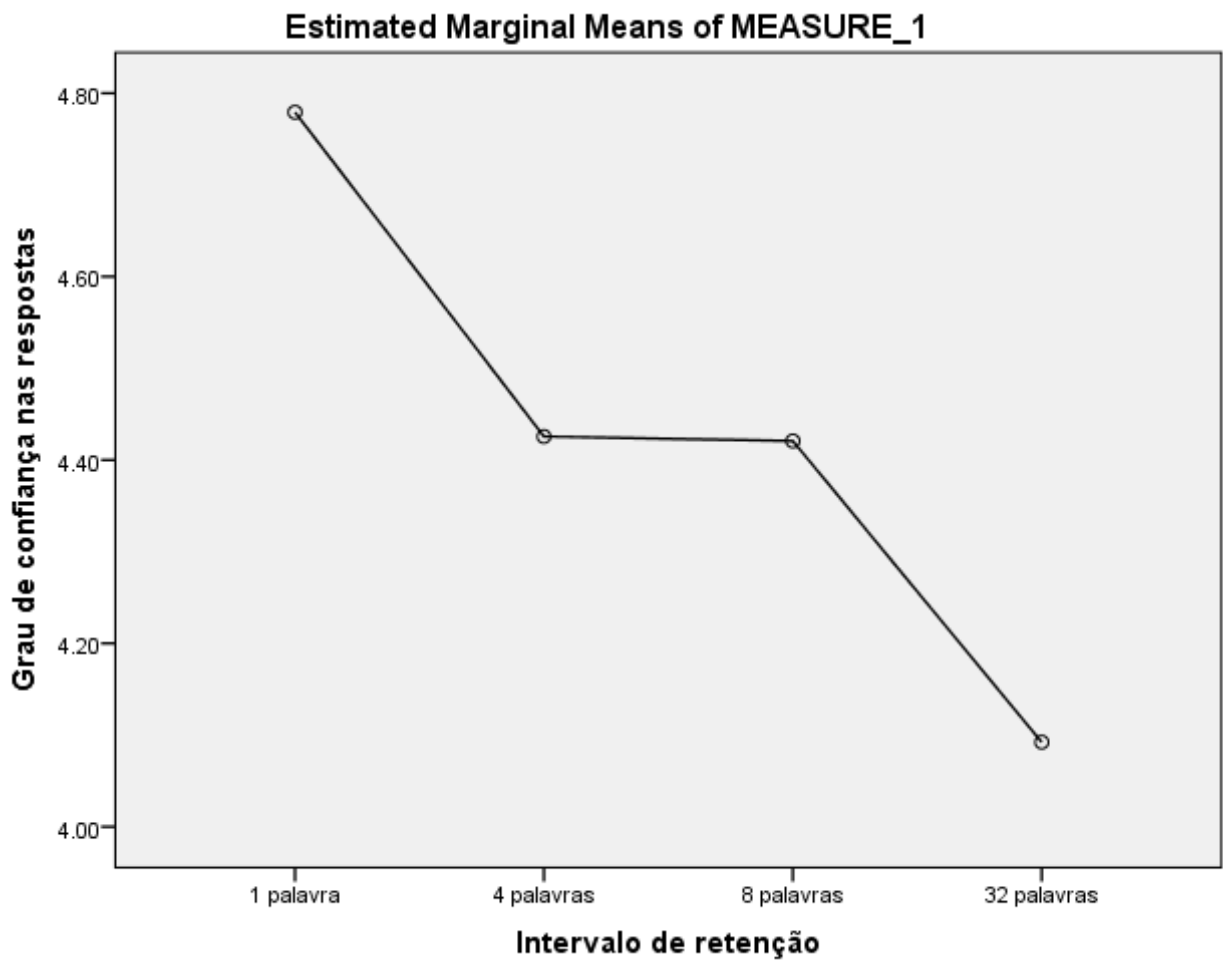


Gráfico 2: O efeito do grau de confiança nas respostas ao longo do intervalo de retenção.

Apêndice 8 – Gráfico 3

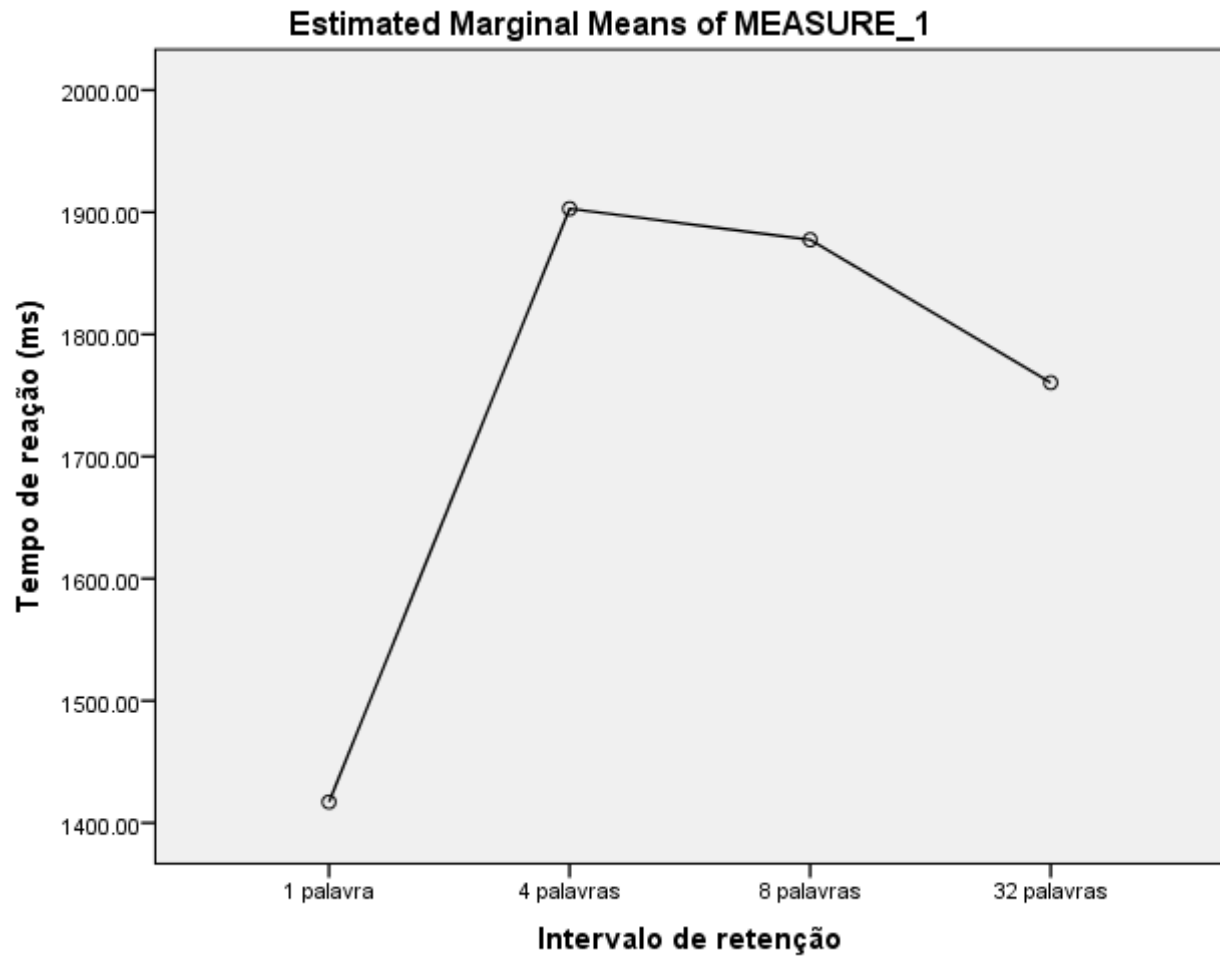


Gráfico 3: O efeito do tempo de reação ao longo do intervalo de retenção.

Apêndice 9 – Gráfico 4

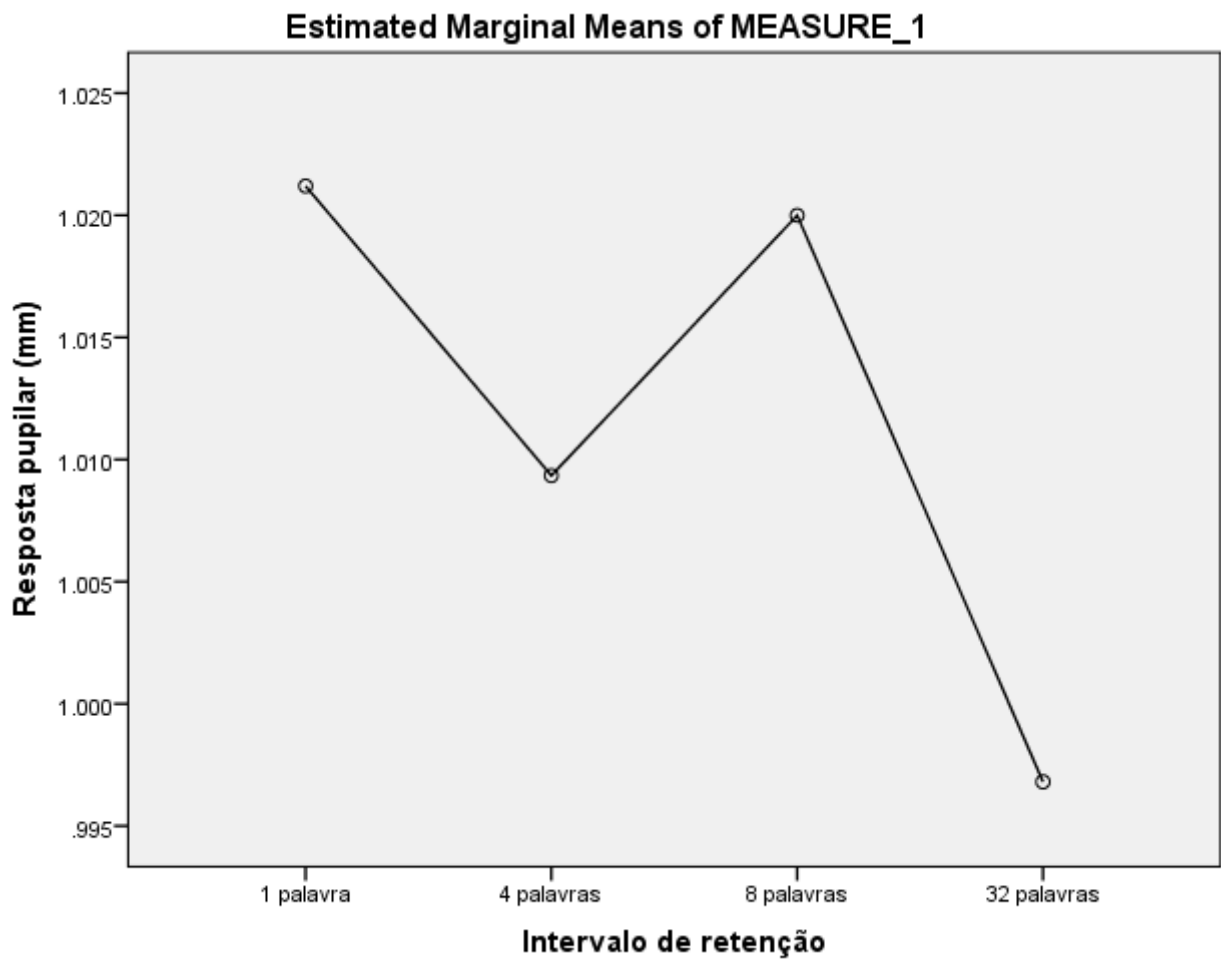


Gráfico 4: O efeito da resposta pupilar ao longo do intervalo de retenção.

Anexos

ANEXO 1- Figura 1

ANEXO 2- Figura 2

ANEXO 3- Figura 3

Anexo 1- Figura 1

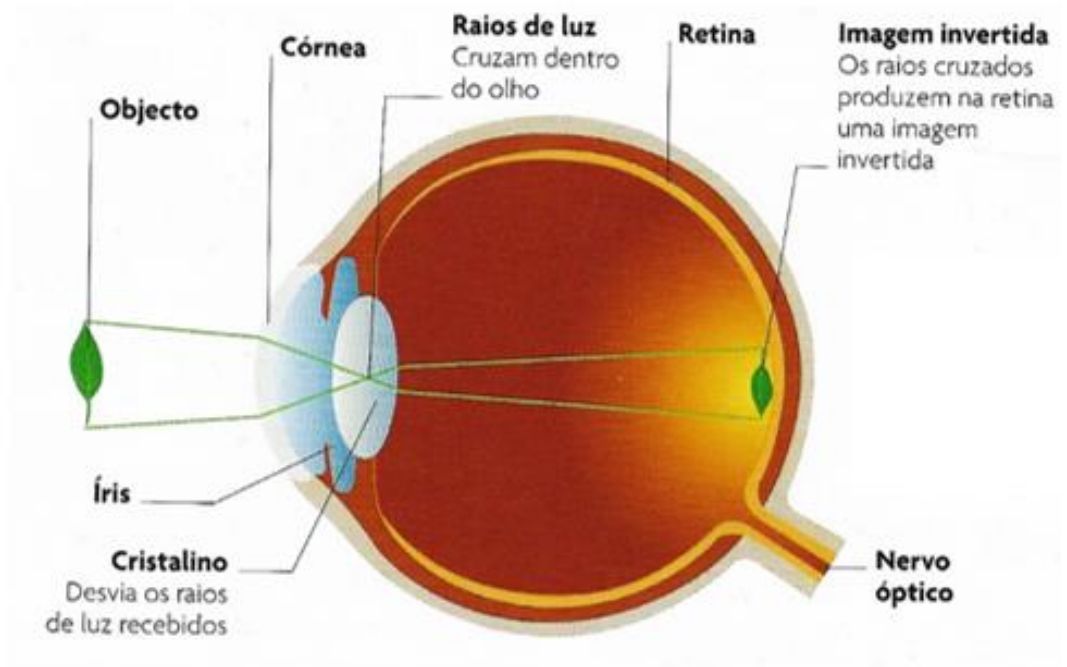


Figura 1: Sequência da visão (retirado de Carter, Aldridge, Page & Parker, 2009, p.78).

Anexo 2- Figura 2

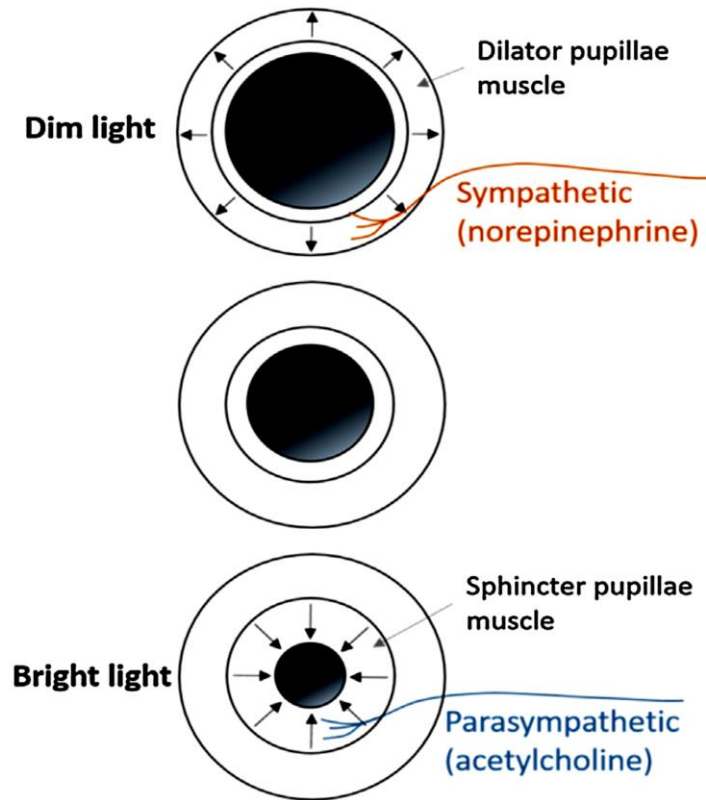


Figura 2: Ativação simpática (*dilator pupillae*) e parassimpática (*sphincter pupillae*) dos músculos da Íris (retirado de Eckstein, *et al.*, 2017, p.70).

Anexo 3- Figura 3

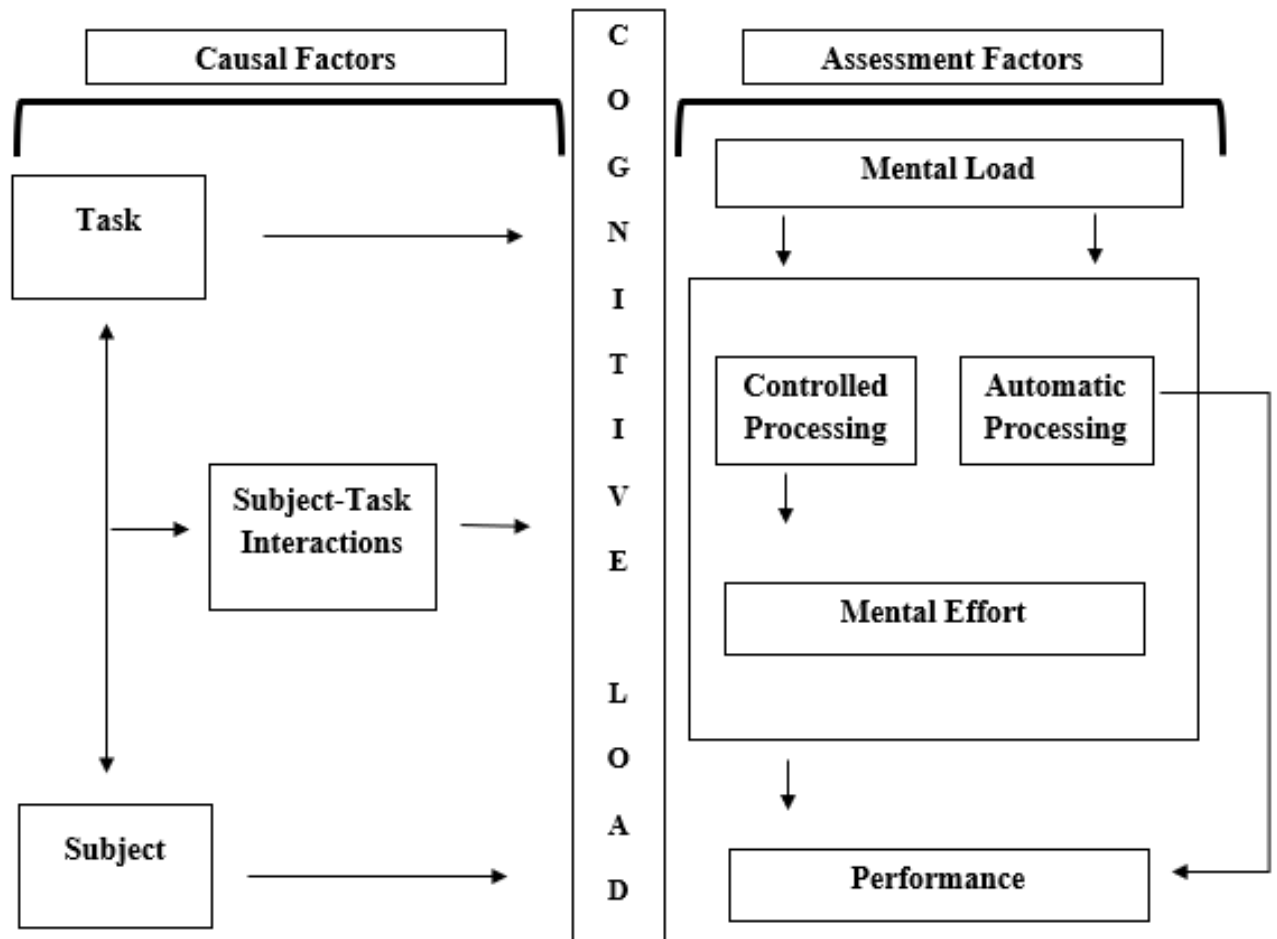


Figura 3: Representação Esquemática do Construto de Carga Cognitiva (retirado de Pass & Van Merriënboer, 1994, p.353).